ICOM COMMITTEE FOR CONSERVATION

Madrid

1972

: International Council of Museums, Paris, 1972

ICOM COMMITTEE FOR CONSERVATION

Madrid

1972

Published by the International Council of Museums, Paris, 1972

M.P. Vikturina, A.L. Dub, X.S. Egorova, Rembrandt's Pintings at the Pushkin Museum of Fine Arts in Moscow Examined with Physical Methods.

W. Conti and E. Tassenari, Analysis of Creep Curves on Lining Canvas.

P. Cadorin-Bale, Coordonnateur, Dangers de l'Application de Certaines Techniques de Conservation Traditionnelles dans la Restauration des Oeuvres d'Art du XXe S.

I Belaya, Restoration and Coservation of the Leather Bindings of ole Books.

von Jirí Josefík, Beitrag zu der Asthetik der Retusche.

A.A. Zaitsev, Chassis.

Untersuchungen zur Maltechnik Lucas Cranachs an der Nothelfer-Tafel in Torgau.

M.N. Alekseeva, Rentoilage a la Colle d'Esturgeon.

Richard D. Buck, Stretcher Design, A Brief Preliminary Survey.

L. de Nadaillac, Programme "NUCLEART"

Wolfgang Hahn, Nouveaux Problemes de Conervation Poses par les Techniques de l'art Moderne.

A.Ivanova et O. Lelekova, Restauration des Sculptures Plychromes.

José María Cabrera Garrido, Albertao Recchiuto Genovese, Study of the Materials and technics of the polychromate sculpture "Virgen de la Oliva" by Alonso Cano.

Van Damme, The Documentary Sources For The Study of Late-Gothic Polychromy in Flanders.

M. Koller, F. Mairinger, G. Zehetmaier, The Madonna of Friesach and her early and late Gothic Polychromy.

José Maria Cabrera, La Conservation et la Restauration d'une Sculpture Iberique en Pierre Polychrome Datant du IVème Siecle avant Jesus-Christ.

Gabriele Kerber, Manfred Koller, Franz Mairinger, Studies of blue-green alterations into Austrian medevial wallpainting.

A.V. Ivanova, Application des Materiaux Polymeres pour la Fixation de la couche Picturale des Fresques et de la Peinture Murale en Detrempe a la Colle.

K.W. Bachmann, Zur Restaurierung von zwei grossen, vielgestaltiegen Kunstwerken.

E. Van Damme, The Documentary Sources for the Study of Late Gotic Polychromy in Flanders.

Dr. Heinz Althöfer, Les Problemes Esthetiques et de Retouche dans la Restauration l'Oeuvres d"Art Moderne.

V.R. Mehra, Comparative Study of Convetionnal Relining Methods and Materials and Research towards their improvement.

Ivan Gorine, Les Causes de la Destruction de la Peinture Moderne et les Voies de sa Prevention.

Marcel Stefanaggi, La Technique des Peintures Romanes de l'Luest de la France.

Dr. R. Giovanoli, Report on the Investigation of Murals by Electron Microscopy and by X-Ray Diffraction.

E.G. Sheinina, Restoration and mounting of monumental Painting and painted loess sculpture in the State Hermitage Museum.

Paolo et Laura Mora, Une Méthode d'élimination des incrustations sur les pierres calcaires et les peintures murales.

Oskar Emmenegger, The use of foam material for distacco removals of mural paintings.

Oskar Emmenegger, The Church of Waltenburg and the restoration of its mural paintings.

Fancisco Arquillo Torres, La restauration des peintures murales do la ville de Tunja (Colombie).

José María Cabrera Garrido, María del Carmen Garrido Pérez, L'annonciation de la chartreuse de miraflores (Burgos): étude et traitement de conservation.

F. Guidobaldi, Analysis of Organic Substances in Ancient Mural Paintings.

Doig Simmonds, The Conservation of Ethnographic Material and Problems of Training specialist staff in Africa.

M.P.Vikturina, A.L.Dub, X.S.Egorova.

Pushkin Museum of Fine Arts,

WCNILKR, Moscow.

Rembrandt's Paintings at the Pushkin Museum of Fine Arts in Moscow Examined with Physical Methods

ICOM Committee for conservation

Madrid 1972

Working-group "Non-destructive methods"

Rembrandt's artistic conceptions are noted for their versatility, his strivings are unusually various; so versatile and various are his technical methods. Relatively the same in each period of his career they constantly alterate from work to work, and therefore the examination of each new painting gives new information on the subject.

Rembrandt never attempts to mask his painting methods, to smoothen the traces of his brushwork. Many features of his work can be seen on the surface with the naked eye. The irregularities of the paint-layer, thin in the dark parts (background, etc.) and relief-like in illuminated spots, are striking. As known, the relief brush strokes contain a significant quantity of lead white, whereas the dark patches are formed by thin glazings.

It is desirable to unite the efforts of specialists in physical methods and museum curators, who thoroughly enough know their material. A successful example of such a collaboration was achieved during the examination of Rembrandt's paintings form the Moscow collection.

In spring of 1970 the State Pushkin Museum of Fine Arts asked the board of the Central Research Laboratory for Conservation and Restoration (WCNILKR) to carry out the examination of six Rembrandt's paintings. This work was assigned to the ~~next~~ WCNILKR collaborators: X-ray specialist and art historian M.P.Victurina, head of the department of physical methods of examination A.L.Dub and photographer E.A.Stepanov. The Museum was represented by the senior scientific collaborator Dr. X.Ego

rova. Serious support was rendered by the head of the Conservation department of the Museum S.S.Churakov.

The X-raying of the Rembrandt's paintings in the Museum had already been carried out in 1961.

The chief purpose of the new examination was the documentary photofixation of the paintings from the point of view of their preservation. It was also necessary to undertake some particular problems: study of the doubtful inscription in the "Christ Driving the Money-Changers from the Temple", specification of the date of "The Portrait of an Aged Woman", painted c. 1650, and of the supposed portrait of Adriaen van Rijn, brother of the artist.

The present communication combines the results of the examination of 1970, the earlier X-raying (partly repeated in 1970), and data on the attribution of the paintings, history of their conservation, etc.

The examination carried out in 1970 had a complex character. All the components of the painting were studied. Support, ground, paint-layers were thoroughly examined for the deeper comprehension of the evolution of the artist's creative conception as well as his technique.

Each painting was studied visually and photographed in ambient light (general view and details), in ultra-violet and infra-red rays. For the examination of the paint-layers the 10x magnifying glass and stereoscopic microscope MBS-2 were applied. In particular cases (such as revealing of signatures

and dates) a colour-extraction survey with a selection of filters was applied. The visual examination in UV rays was carried out with the filters, admitting different sections of the ultra-violet and blue-violet spectrum sphere. The light filters, which gave positive results, in some cases were applied for the photography.

For the best method of revealing the signatures and dates the negatives were exposed to a second treatment for the intensification of the photographic contrast. The second treatment was reduced to the duplicating method and to obtaining a double-negative. The masking method applied in some cases gave no positive results because of the small colour difference between signature and background.

Support, ground, paint-layers of the paintings were studied with the help of radiography. The X-ray photos of Rembrandt's paintings show the texture of the original canvas. We can also see the ground, which gives a more or less intensified, relatively homogenous, X-ray shadow. Owing to the presence of the lead white, the paint-layers form radiograph shadows and enligtenments of different intensity. Analysing the character of the underlying paint-layers, comparing the density of X-ray shadows, it is possible to trace the succession of diverse versions in some of the figures. During the examination of the X-ray photos special attention was payed to the manner of constructing the paint layers and the character of the artist's brushwork.

As the examination of each painting offers to be an independent part of the research, it is expedient to speak of each work separately, observing the chronological order.

The earliest Rembrandt's painting in the Pushkin Museum "Christ Driving the Money-Changers from the Temple" (Inv. N 1900, panel, oil, 43x33 cm, signed R.F. 1626) may be considered as one of the basic in the group of analogous works. These works strongly differ from his later oeuvre. Their comparatively bright and motley colouring resembles that of his teacher Lastman. Professional blunders and coarsness of the execution are such, that several scholars, especially of the older generation (B.R.Wipper, G.Knuttel), refused to recognize in some of these small paintings the works of Rembrandt. They are noted for very unequal quality: so, "Christ Driving the Money-Changers from the Temple", dated 1626, is painted more roughly, than "Tobias and Anne", dated the same year (Col. Thissen, exhibited at Amsterdam). Still, in recent art literature these paintings are accepted as authentic, and this point of view, is based in particular on the unreserved recognition of the authenticity of the Moscow picture and its date.

Fig. 1

At the same time a number of soviet art historians hold the opinion, that the date is forged and the painting a fake. Yet, in 1915 when it was introduced in art literature, the painting was attributed not to Rembrandt, but only to his circle. [1] Analogous early works of Rembrandt were not yet

known (except "The Prophet Balaam", Musée Cognac Jay, Paris), and it was useless to forge a picture of a kind nearly unknown to specialists and absolutely obscure to collectors and antiquarians.

In 1924 K.Bauch [2] attributed the painting to Rembrandt. The attribution was confirmed by the conservation treatment carried out in 1930-1931 by Mr. Schuring at the Hague; a detailed account on the subject was published in 1933 by V.Bloch. [3] In course of the conservation process, were reconstructed the original dimensions of the panel (43x33 cm), once increased on all four sides to the dimensions 53,2 x 40,8 cm. A thick layer of dirty varnish was removed, and a bright colouring exposed. And lastly was revealed an inscription on the wall: R.F. 1626. This inscription was rather vague and dim. The monogram here came to the letter "R". Later the master signed his works by his christian name, but in his youth he used the monogram RHL (Rembrandt Harmensz. Leidensis) or RL. The unusual form of the monogram bears witness in favour of its original authorship, because a forger always prefers the generally accepted version.

Later, soviet art historians and restorers called the work of Schuring and publication of Bloch in question. In 1954 in the Central Conservation workshop in Moscow a laboratory examination was carried out, which showed that the monogram and the date were outlined not by paint, but by dark old varnish. A controlling investigation in 1962 gave the

same result. Hence a conclusion was drawn, that the inscription had been forged: in course of cleaning narrow strips of the dirty varnish were left on the surface in such a manner as to obtain the outlines of necessary letters and numerals. I.E.Grabar by whose initiative the examination of the painting in 1954 had been carried out, categorically denied the authenticity of the inscription, and of the painting as well.[4)]

The double examination made us consider the inscription faked, and that was reported along with some other information to Prof. K.Bauch, when he collected the material for his catalogue of Rembrandt's paintings. In a softened manner it is mentioned in Bauch's book [5)] and categorically stated in the catalogue of the Rembrandt exhibition in Pushkin Museum of Fine Arts held in 1969. [6)] But in each case no doubt was expressed of the authenticity of the picture itself.

Naturally, during the last, more thorough examination the first and foremost task was to obtain information in favour or against the authenticity of: 1) the painting and 2) the inscription on it.

"Christ Driving the Money-Changers from the Temple" is painted on a usual for Holland thin oak panel, cradled in the course of restoration in 1930-1931. The coating varnish of the painting was examined in UV filtered rays, it luminescenced in whitish-blue colour. The luminescence was not uniform, because of the different thickness of the coating varnish, somewhat frayed on the impasto brush strokes. The

Fig. 2, 3

painting was treated more than once, and that is confirmed by retouchings on its surface. The latest retouchings look intensively black in UV rays, the old inpaintings are seen as grey patches. The UV rays reveal light retouchings placed directly on the old varnish with a thin brush. The eyelids, lips and ears were emphasized. The artist's monogram is under a thick varnish film and can't be read.

Fig. 4

The examination of the painting in infra-red rays by means of an infra-red electronic image converter and also the IR photos reveal retouchings looking like white patches on the sleeve of the man in fur-coat. On the column, to the right of the head of Christ, underlayed brush strokes were exposed.

Over the left arm of the money-changer in fur-coat the IR photo reveals a bright section, bordered and worked out by dark brush strokes. Very likely here we see the traces of a first version of the sitting man's right hand.

The traces of restorer's interventions are neither deep nor large; the painting as a whole may be recognized as authentic, despite the considerable frayness of the surface. To the weak points of the painting belong the rough madder brush strokes in the open mouths of the unbearded money-changer in fur-coat and the warrior at the right border of the picture. One would like to consider them as latest unskilful "corrections", but the technological examination of the painting does not confirm it. The same crimson pigment is seen

between the cracks of the black glaze on the hat of the unbearded money-changer: the unexperienced artist "masked" that way the patch that did not please him, before it had dried. The simultaneous drying of the two paints provoked a distinctive craquelure.

Other alterations made by the artist in course of his work are evident in comparing the painting with its X-ray photo.

In the painting methods of the XVII century artists a great role was assigned to the underpainting, where the principal dark and bright patches of the picture were distributed. The lead white lightly coloured by the ochres was layed in the illuminated parts and the dark-brown glazings, often with an addition of the soot - in the dark, shady sections. Sometimes a brownish coloured ground was used, which in many parts of the painting could remain intact. The bright parts of the under-painting consisting mostly of lead white, formed the relief, which afterwards was covered with coloured glazes.

We can form an idea of Rembrandt's work at the stage of underpainting after some of his grisailles: "Adoration of the Magi" (1632, Leningrad) and, particularly, "Joseph ~~Interpreting the~~ Telling his Dreams" (c. 1637, Amsterdam). [7] Another possibility to study Rembrandt's methods of treating the underpainting is given by X-ray photos. Comparing the radiograph with the painting, it is easy to mark out some light brush strokes layed over the glazings at a final stage of the work. The

other light patches seen in the X-ray photo (the so-called radiograph "shadows") represent the texture part of the underpainting, the chiaroscuro basis of the picture.

It should be noted, that the X-ray photo gives a poorer information, than the underpainting itself, as practically it comes to the representation of the lead white and does not transmit all the delicacy and complexity characteristic of Rembrandts painting at any stage. But even that somewhat impoverished image of the underpainting given by the radiograph is of an exceptional interest.

Fig. 5

On the X-ray photo of the "Christ Driving the Money-Changers from the Temple" the texture of the panel in the shape of longitudinal strips is seen. In the lower part of the photo to the right there is a small cleft, that can not be seen in the upper part of the painting, where it is overlapped by a cradling plank.

Rembrandt often made essential alterations in the initial versions of his paintings. In this early work the unexperienced artist can't yet make such alterations, that would reinforce the spiritual sense of the image. He simply softens the most obvious fault of the colour scheme and covers with black the flashy crimson patch in the central part. The distinctions between the radiograph and the completed painting indicate the artist's striving to simplify the composition. So, the presence of underlying paint-layers on the column, on the

turbaned man's figure and also the absence of accurate shadow from the modelling of the underpainting on the face of this character give us reason to suppose, that the artist initially had intended to paint something else in this part of the picture.

In the radiograph, above the arm of the seated man, a very delicate X-ray shadow may be seen, formed by a thin layer of the lead white and covered by the black sleeve of the money-changer in fur-coat. In the infra-red photo this colour patch is continued by small bright spots on the table near the sleeve and the hand of the man in fur-coat. A narrow strip resulting from white lead is unclearly seen above the hand of the seated man. On the base of these observations we may suppose that at first his right arm was rested on the table (as his left arm is), and his right hand lay on the table near the left hand of the Money-changer in fur-coat.

The original brushwork is clearly seen on the photo in the parts, that were not repainted. In the light-and-shade treatment of the faces no smooth transition can be seen. We may note the sharp limits of the most and least illuminated parts of the painting; for example, the right side of the face of Christ is loaded with lead white, while the left side practically detains no X-rays. The garments are painted by bold, rather long, texture brush strokes.

In the X-ray photo the bold and expressive brushwork of the underpainting is seen very distinctly. It bears witness,

that this is a painting of an unexperienced, but extremely independent and original artist and not a timid composition of an imitator. The alterations of the first conception point to a self-dependent quest of the artist.

In many parts of the painting there are lines scratched by some sharp instrument (probably by the reverse end of the brush) on the wet paint surface. They are particularly distinct on the beard and mustache of the warrior to the right. They can be seen with the naked eye, but in the radiograph, where the strips deprived of the white have the appearance of accurate black outlines, they are striking. That is a typical method constantly met in Rembrandt's works of the Leyden period.

Fig. 6

An analogous radiographical effect is observed in the place of the monogram on the column, though the letters are not seen clear enough. The much-discussed monogram and date are also pressed into the surface. The concavity of the outlines is best seen in side glancing light. Naturally during the cleaning dirty varnish was preserved in the hollows. In 1970 for the study of the monogram a 10^x magnifier and a 12^x microscope were applied. The macrophotos of the signature were compared with that of the neighbouring part of the painting, where by the same "scratching method" had been drawn a crack in the column. In both cases the kind of paint-relief is much the same.

Fig. 7

Fig. 8

During the examination of the picture with the binocular magnifier under the varnish strips in two or three spots traces of blackish colour were observed. All this closely resembles the construction of the signature in Rembrandt's "Tobias and Anne" dated the same year, i.e. 1626. In answer to our inquiry the member of the Dutch group for studying Rembrandt's works Prof. Jan Bruyn described it as pressed into the wet paint, with dark, blackish paint inside the cavities (letter from 12 of Aug. 1970). Unlike the clear inscription in "Tobias and Anne", the cavities in the Moscow picture have no accurate outlines, characteristic of the artist's scratchings "al fresco". Probably they were made in on already drying surface. This was certainly done in the course of painting, but not in our time. For three hundred years the paint-layer became very solid and it was practically impossible to change its relief in the mentioned way. On the contrary, the small "ridges" of pressed-out paint had rubbed out, owing to mechanical influences, and the inscription became less visible than at the beginning. To sum up, we acknowledged the inscription as original, though in the course of the cleaning in 1930-31 some pains had been taken to emphasize it.

Very interesting is the photo in side glancing light, accentuating the texture of the brushwork. Here are distinctly seen the methods of treating the paint surface, essentially different from those applied by the artist in later years

The photo in side light is significant also for the state of preservation of the paint-layer.

Fig. 9

Chronologically the next Rembrandt's painting in Moscow is "The Incredulity of St. Thomas" (Inv. N 2619, panel, oil, 50 x 51 cm, signed "Rembrandt f. 1634"). In literature its authenticity was never discussed, though some doubts on the subject are stated in manuscript materials from the archives of the Hermitage, whence the painting came to Moscow. In the XVIII century the painting was used as a pendant to another one - "Joseph Sunk in a Well by his Brothers" (Hermitage), then also attributed to Rembrandt. In the XIX century "Joseph in the Well" was attributed to Rembrandt's school, and that aroused some suspicions concerning the painting, without ground considered a companion piece to the first one.

A thin, thoroughly smoothened and grounded oak panel bears a rather heavy cradling, typical of the Hermitage workshop of the second half of the last century.

Fig. 10, 11

The visual examination in UV rays proves the whitish-bluish luminescence on the surface of the painting to be heterogeneous; the luminescence intensity decreases on the parts covered by impasto brush strokes. The varnish film on the compact paint-layer is somewhat thinned owing to rubbings-out.

The examination of the varnish film with application of light filters shows, that bright yellow parts alternate with violet-tones. The parts covered by a thicker varnish

film, give a yellowish luminescence; a thin film gives a violet luminescence. The colour differences cannot be shown in a black-and-white photograph, it gives only a contrast image with insignificant increase of details.

On the surface of the picture, especially in its lower part, there are some impaintings, made at different times. There are retouchings on the garments of the sleeping man and those of the kneeling personage, and some isolated brush strokes on the floor.

The artist's signature is covered with varnish film.

In "The Incredulity of St. Thomas" the white ground is wholly covered with a reddish-brown imprimatura. That coloured ground is visible to some extent through the paint-layer and influences the general colouring of the painting. In some spots it remains uncovered and forms an independent item of the colour scale. Thus, it is seen in Christ's halo, where it forms a transition between the golden light and the shadowy surroundings. The borders between the coloured ground and neighbouring dabs, washed-out and indefinite in the painting, appear to be considerably accurate on the IR photo.

Such a photo of "The Incredulity of St. Thomas" is of
Fig. 12 great interest. The light lower and the dark upper parts of the picture form a striking contrast. It depends on the presence of the black glazing, nearly completely covering the background. The superimposing of the glaze and the imprima-

tura (probably, with addition of a brown pigment) composes the dark-brown background, which melts with the brownish colour dabs in the lower part of the picture. But in the IR rays these dabs, not containing any soot, appear to be considerably lighter. That is why it was possible to see among them isolated black outlines and strokes.

The comparison of the IR photo with the painting shows, that most of the black outlines are imposed on its surface. Amongst them is the clearly revealed signature, with a retouching on the first letter. Typical Rembrandt's methods are used in the representation of the sleeper and the objects near him. This personage is leaning on a dark-red cloak, covered by abrupt liquid madder brush strokes and then energically outlined in black. The black outlines shape the objects, although the painting here is left frankly unfinished. The black brush-strokes clearly appear in IR rays, resembling the bold manner of Rembrandt the draftsman.

The IR photo also shows some other black lines - on the figure of the man raising from the armchair, on the back of the kneeling man, etc. The scarce brush strokes are schematically tracing the shape (and not completing it as in the first case). We should like to make a very cautious supposition, that here are parts of the initial composition scheme. They are visible only in the spots, where the paint-layer absorbed the IR rays in small extent and let them pass to the very

ground; but even these scraps are of a great interest. As far as we know, such material was not published till now. The interpretation of the IR photos is a complicated affair, and sometimes it is difficult to affirm categorically the meaning of that or this outline or patch. Still, the present conclusion is confirmed by the analogous lines seen in another Rembrandt's painting in the Pushkin Museum - "Ahasuerus, Haman and Esther".

The radiographical examination reveals the texture of the panel with the cradling planks. The panel is in a good state of preservation. The ground easily absorbs the X-rays, and consequently contains no heavy chemical elements.

The X-ray photograph of the paint-layer abounds in chiaroscuro contrasts. The most illuminated is the figure of Christ painted with a profusion of lead white. The increased thickness of the paint-layer is explained by repaintings. At first the face of Christ was presented in profile and turned to St. Thomas. This may be confirmed by the radiograph typical in that case: the right side of the face is distinctly seen, whereas the left one is somewhat smeared. On the forehead of Christ there is a very delicate, slightly curved vertical line, which formed the initial outline of the forehead. The hair was shorter and fell on the shoulders in straight locks.

Fig. 13

The body was repainted too, and that is indicated not only by the thick paint-layer, but also by the double outline of the left shoulder. The arms were also repainted. It

seems impossible to trace the different positions of the right arm. The position of the left arm was changed many times. Probably at first it was bent in the elbow, and the hand was under the stretched arm of St. Thomas. For a proof may serve an oblique shade with clear-cut contours to the right. In the second version Christ held his cloak with his hand, and his arm was placed above that of St. Thomas. The final position of Christ's left arm was a third version, also painted twice.

The disparity between the disposition of light and shade on the upper paint-layer and the X-ray photo proves once again, that the figure of Christ was a subject to significant remakings.

More then once the head of St. Thomas was repainted. According to the delicate shade in the sphere of his face the first version had the character of a sketch. In the second version the face was "completed" and showed in a three-quarter turn, consequently his both eyes are visible in the radiograph. The third version was the final. The right arm at first had been stretched towards the body of Christ, later the artist changed its position. The legs of St. Thomas were painted twice.

These observations prove that initially the attitudes of Christ and St. Thomas closely resembled the famous composition of Caravaggio. [8)] St. Thomas gazed at the Christ's wound and stretched his arm towards it. In the completed pa-

inting St. Thomas' head is raised and the gaze is directed to the face of Christ. St. Thomas searches not for material evidence (as in the Caravaggio's painting illustating the words: "Put thy fingers in to my wounds"), but for spiritual persuasion. The new conception of the role of one of the two principal personages is equal to reappraisal of the whole.

Not only the principal characters were subject to remaking. Initially, the light dab was continued to the left of the kneeling man, who played too independent a role; his dark figure had countervailed the illuminated figure of Christ, distracting the attention from the principal pair of characters. The artist has partly hidden this light dab by dark glazing, uniting thus the kneeling man with the group of persons to the left of Christ. Intoducing some changes, he made this group more various. Thus, he repainted anew the head of an old man to the left of Christ. The head of a black-haired man appeared later, when the left group was completed on the whole. Taking into account some of the radiographical information (absence of clear-cut contours of the figure, presence of the underlying brush strokes), we may suppose that the woman in beret appeared still later.

The head of a man to the right of St. Thomas was not repainted, but the presence of ceruse brushwork on his back shows that his garments at first were lighter. One more masculine figure was contemplated lower. The delicate shade of his head may be seen on the X-ray photo; the details of the

face are not worked out. The ceruse brush strokes above the back of the sleeper ~~may~~ suggest, that here too the artist supposed to place another figure or some additional details.

Fig. 14

An accurate examination of the radiograph at the level of the face of the black-haired man to the left of Christ shows dark letters of an inscription, going obliquely upwards. The first letters "Rem" are seen clearly. Under that signature there are two very small letters "I" and "R", visible only with magnification. From the first letter of the first inscription obliquely upwards one more hardly visible inscription is traced. The letters in the radiograph are dark, therefore the thickness of the paint-layer is lessened here as it happened at the "scratching" on the wet paint.

As we know, such "scratching" or, better to say, "squeezing" the signature out of the undried paint-layer is found in Rembrandt's paintings of the Leyden period. "The Incredulity of St. Thomas" was made when this method had already been given up by the artist. The existing signature on the painting "Rembrandt f. 1634" by its shape and handwriting is typical for the thirties, its authenticity is beyond any doubts. The fragments of an inscription in the centre of the picture hidden under the upper paint-layers can not be taken for an artist's signature made at the moment of completing the painting. From the beginning the inscription was not intended to be seen. Amongst these fragments can be read the

beginning of Rembrandt's name, but the handwriting does not remind that of the artist. The most plausible explication seems the following: at an early stage it was not the master, but one of his pupils who worked at the picture. The latter tried to make some inscriptions on the underpainting paste in the way, but recently used by his master. Later, Rembrandt finished the picture, having made considerable changes. That hypotheses explains the numerous repaintings.

The state of preservation of the paint-layer according to the radiograph is satisfactory enough. There is a small loss of the paint-layer higher and right of the head of St. Thomas.

The paint-layer of the picture in the parts that were not repainted is very thin. During the examination in side light a texture of brush strokes could not be obtained.

Fig. 15

Now we pass to the chronologically next painting by Rembrandt in the collection of the Pushkin Museum. That is "The Portrait of an Aged Woman" (Inv. N 2622, canvas, oil, 82x72cm, sign. Rembrandt f. 16[5]...). It is distinguished by the rare beauty and fine preservation of the paint-layer, but the picture as a whole was damaged, when along its right border a strip of canvas approximately 4 cm wide was cut off. As a result, the signature placed on the background to the right was drawn to the very edge of the canvas, and the date beneath has partly disappeared. The comparison with the usual for Rembrandt disposition of the signature in his other works

allows to fix the probable width of the cut away strip. The painting is not big and the loss of this strip has noticeably changed its size. Initially, the composition was more spacious and symmetrical than now.

Fig. 16 During the visual examination of the portrait in UV rays without the light filters and applying them, the varnish film luminescenced in whitish-green colour.

The portrait bears small retouchings, made at different times. The old inpaintings are found principally in the lower part of the picture, the recent ones at the upper and lower edges of the picture and on the woman's bosom. The old retouchings are hardly visible in the black-and-white photo. The artist's signature is under the varnish film. The examination of the portrait in the reflected UV rays gives the Fig. 17 possibility to fix the degree of the decomposition and the contamination of the varnish film. On the photo are visible the whitish patches formed by decomposed varnish.

No information on the presence of the underlying paint-layers, sketches, etc. was obtained during the visual exami- Fig. 18 nation of the portait in the IR rays and on the photos made in the reflected IR rays.

The X-ray photo of "The Portrait of an Aged Woman" revealed a good state of preservation of the original canvas. Fig. 19 The ground here more than in other Rembrandt's paintings detains the X-rays and gives on the radiograph a relatively homogenous darkening. The paint-layer is very thin, even in

the spots of maximal light. The right side of the woman's face and her chin are in a shade, they are painted with minimal use of the lead white. There is no visible limit between this side of the face and the background. The ceruse brush strokes are seen on the bonnet and the collar. On the bonnet they are more textural, on the collar - more compact and uniform.

The radiographical picture of the portrait makes an exception among the works of the artist in the Moscow collection.

The high paint texture is noted on the white chemise and the ring; the sapphire in golden mounting is modelled in lead white and then covered by transparent blue brushwork. On the contrary, the radiography of the face indicates that the artist has managed without a really compact underpainting. The face is painted by the superimposing of thin and transparent glazing layers. The few visible ceruse brush strokes mostly concern not the underpainting, but the final stages of the work: the patch of light on the pupil of the eye, the dab on the end of the nose, etc.

Fig. 20

The signature is executed in black paint on the brown background, it is easily read in the ambient light. There remain only first two numerals of the date and vague traces of the third. The colour-distinction photographing of the signature on the film FT-12 with light filter JS-18 allowed

Fig. 21

to obtain a more distinctive image of the fragments of the third numeral. After the duplicating there was no doubt left, that the unknown numeral could be only "5". So there remained the problem of the date of the picture within the limits of the decade of 1650.

At the end of the last century A.Somov in the catalogue of the picture gallery of the Hermitage [9] noted, that near the edge of the canvas a fragment of the third numeral of the date was visible, and he deciphered it as 4. This corresponded to the dating of the portrait by the end of 1640-s (1648-1650), accepted at that time. But besides features resembling the works of 1640-s, the portrait has much in common with the works of the beginning of the next decade. This is confirmed by a majestic, at first symmetrical composition and the paint treatment of the garments. So, black glazing sleeves and dress on the breast with interstices of yellowish ochre ground resemble the garments on "The Portrait of an Aged Woman" of 1654 from the same museum, though the painting of the face in both cases completely differs. Taking into account the peculiarities of the mood, composition and technological execution, "The Portrait of an Aged Woman" should be dated between 1650 and 1652.

Among the Moscow works of Rembrandt only "The Incredulity of St. Thomas" may be warranted to have the panel of original dimensions, because along the edges unpainted coloured ground is left. As it has been said, the size of "The

Portrait of an Aged Woman" is distorted. It is not excluded that in the other four paintings the original dimensions are somewhat reduced. The panel of "Christ Driving the Money-Changers from the Temple" was enlarged, then the extension pieces were removed, and with that the edges of the panel could be damaged and trimmed a little bit. As to the works of 1650-1660, painted on canvas, all of them are deprived of the original selvage and relined. According to the considerations of esthetical order as well as to some facts (for example, the position of the signature at the edge of the canvas), the selvages were cut off along the bends on the edges of the subframe or very near to them. The possible decrease of the size may measure millimetres. The carefully relined canvases of the two portraits of 1654 look differently at their edges, than the right edge of "The Portrait of an Aged Woman", where a part of the "flesh-and-blood" painted surface has been cut off.

The co-called "Portrait of Adriaen van Rijn" (Inv. N 2627) and "The Portrait of an ~~Aged~~ Old Woman" (Inv. N 2624) are of the same dimensions (74 x 63 cm), signed by Rembrandt and dated 1654. Apparently, they were considered as companion-pieces already in the collection of the count Brühl (Dresden), whence they were purchased for the Hermitage in 1769. As such, they passed together to the Pushkin Museum in 1930, were mentioned in the catalogues of the Museum and in art literature. Still, their esthetical and psychological cha-

Fig. 22, 23

racter is so different, that it is impossible to suppose them painted as companions. The impression of that principal difference is reinforced by the information, obtained by examination of their technique with the application of the physical methods.

The masculine portrait is nearer to the works of the previous years, but that doesn't prove that it was painted before that of the woman. There are three other portraits of the same old man in the Hague (1650), Paris (c. 1650-1652) and Berlin (the so-called "Man in Golden Helmet", c. 1650). At the end of the last century the sitter was suggestively identified with the Leyden shoemaker Adriaen van Rijn, elder brother of the artist. [10] The most serious argument against this statement is the date of the Moscow painting - 1654, whereas Adriaen van Rijn died between 1651 and 1652. [11] The date 1654, known from old catalogues, is hidden now under the dimmed varnish film. The attempt to reveal it on the photo during the examinations of 1970 did not succeed, notwithstanding the endeavours to choose the kind of light, which could intensify the difference between the colour of the numerals and the background. In april 1971 the conservation department of the Pushkin Museum carried out a regeneration of the varnish after the method of Pettenkoffer and the date 1654 became sufficiently visible.

The attempts were made to reconcile the disparity between the date of the Moscow portrait and that of the death

of Adriaen von Rijn by supposing that Rembrandt had painted the portrait by memory. But the character of the painting speaks against this theory. The physical examination also leads to the suggestion that the master was guided by first-hand impressions. Some essential alterations were made during the work. Possibly, the direct dependence on the model had led to such results, that couldn't satisfy the artist.

The original canvas is in a good state of preservation, the X-rays easily penetrate the ground. The paint-layer is thin, the compact brushwork is seen only on the face in the most illuminated spots and on the hand of the model.

The varnish film has been examined in filtered UV rays. It luminescences with yellowish-green colour, the luminescence is intensive, but not homogeneous, In the upper left corner of the canvas on the background there are some rounded and irregular spots resulting from the varnish decomposition. These spots luminescence more intensively.

ig. 24, 25

The paint-layer, covered by a thick varnish film, is well preserved. There is a small loss near the collar of the sitter, a few insignificant inpaintings on the garments and some retouchings on the hand and along the lower edge of the canvas. The artist's signature is covered by a thick varnish coating.

The examinations in X- and infra-red rays detect a number of alterations in the artist's initial conception. These alterations do not concern the face. Here a few resolute,

short and broad brush strokes containing lead white lie on the surface of the paint-layer. The predominance of glazings in the paint-treatment of the face indicates that the practice of the previous years was not given up. But the glazings here are layed in another way: they appear not as melted thin layers (as in "The Portrait of an Aged Woman"), but as drastic colliding motley brush strokes.

Fig. 26

On the X-ray photo the outlines of the face are hardly seen. The photo shows no successive increase of the thickness of the lead white layer, typical of the chiarascuro treatment; it is impossible to retrace the light scale from minimum to its upper limit. As a result, the face in the radiograph looks incomplete and has no volume.

In the underpainting a thick strip of white was layed along the collar, then it was nearly completely covered by a black glazing. [12] The white forms a relief, well visible on the surface of the picture. This strip and some downward strokes of white are evident in the radiograph and the photo in reflected infra-red rays.

Probably, the sitter wore a white shirt, partly seen on the underpainting. While working, the master saw that the white patch stood out too sharply against the general darkish colouring and the soft chiaroscuro of the face. He hurried to hide this patch with black and continued the black glazing downwards.

By that time the dense and thick lead white layer at the collar had not yet dried. Later, the uneven drying of

the lower and upper paint layers ~~had~~ led to the formation of the craquelures on the black glazing and underneath it on the layer of lead white. The latter is clearly seen on the X-ray photo. Naturally, this spot turned to be open to damage and here occured a small loss of paint. During the work Rembrandt made some other additions. Thus, on the already dried paint surface of the brown cloak, the artist traced a long black outline designating the seam on the right shoulder of the sitter.

Fig. 27

Essential changes were made in the silhouette of the beret, they are evident in the photo made in reflected infra-red rays. Initially, the contour rose higher above the head and dropped lower to the left of the neck, the outlines were more rounded. Possibly, it was not a beret, but a broad-brimmed hat with a low crown. Rembrandt partly covered this hat by the background colouring in ochres and probably continued it a little to the right. The silhouette of the black patch of the beret has been stretched horizontally, balancing the black vertical patch on the breast of the sitter.

The results of the X-ray examination confirm that the head-dress was repainted.

The IR photo and some other peculiarities of the picture itself lead to the suggestion, that the outlines of the left shoulder were also altered. It looks as if the artist

had broadened the silhouette of the figure, partly covering by it the already painted background in the right part of the picture. Thus appeared the large semicircle of the shoulders, very expressive from the artistical point of view, but hardly true to the real proportions of the sitter.

All these alterations were intended to intensify the constructive element in the composition and to bring into proper correlation the face and its surroundings. They help also to create the special spiritual atmosphere, characteristic of the work.

Fig. 28 "The Portrait of an ~~Aged~~ Old Woman", dated by the same year (1654) is a classical example of Rembrandt's work in the late period of his career. This concerns the general conception of the work and the system of the artist's technical methods as well. The execution of the painting is noted for its remarkable consistency and harmony.

The not too thin, but even canvas was utilized thus, that its texture could be seen, but should not disturb the smooth surface of the glazings. The thin ground is coloured by light ochre and has a somewhat sandy hue. In many parts of the picture it is left untouched. As was noted above, the same ground can be seen in the "Portrait of an Aged Woman", painted a little earlier.

Fig. 29 The surface varnish was examined in filtered UV rays. The luminescence of the varnish film is rather intensive,

but not homogeneous, as the varnish is rubbed off in several parts.

While investigating the varnish film with the light filters the heterogeneity of the luminescence increases. The parts with the varnish film of different thickness can be determined more clearly. Thus, on the detail from the low left angle of the portrait, photographed with application of the light filters, the whole scale of white and black hues may be seen. At several places there are retouchings made at different times.

Fig. 30

The examination in IR and reflected UV rays gave no additional information.

Fig. 31

During the examination of the portrait in X-ray a skialogical image of all its components was obtained. The photo shows the original canvas, relatively fine-grained and in a good state of preservation. The ground does not detain the X-rays. The X-ray photo differs considerably from those obtained during the examination of the two previous works. The X-ray picture of "The Portrait of Adriaen van Rijn" can be considered as an intermediate link between the two feminine portraits.

In the X-ray photo of "The Portrait of an ~~Aged~~ Old Woman" the face is clearly outlined. All the features are distinctly seen. Creating this portrait the artist applied the method of composing the paint-layer "from shadow to light". In the X-ray photo this method is fully reflected by gradual increa-

Fig. 32

se of the shadow intensity, which depends on the increase of the thickness of the lead white layer. The most considerable density of the white lead layer is noted in most illuminated parts: on the nose, on the forehead, near the nostril. In the penumbra of the face the white lead layer is thinner. On the left side of the face and the chin some spots give no shadow in the X-ray photo, i.e. there is but a very thin layer of white lead. Thus on the photo are distinctly seen the gradual chiaroscuro transitions, and owing to it the X-ray image has a plastic character.

The X-ray photo is nearly deprived of "shadows", except in the centre of the picture. Here the white lead brushwork modelling the face and the white scarf is extremely expressive. Traces of white lead show, that initially a white fabric had trailed on both sides of the face. There is no doubt, that Rembrandt had represented the same head-dress as in "The Portrait of an Aged Woman": the dark red velvet shawl placed over a light and transparent white one. It was appropriate there, but in this case the artist had considered it unwarranted and covered the white patches with black. The presence of white lead underlayer is ~~proved~~ corroborated by the circumstance, that the black shadows around the face make an uneven relief, unusual for a glazing. Undoubtfully, this alteration intensified the mood of tragic self-absorption, that predominates in the picture.

On the X-ray photo of the face some most intensive brush strokes are not due to the underpainting, but are superimposed on the surface of the paint-layer. As a matter of fact, only less intensive shadows on the X-ray photo bear a relation to the underpainting. Yet in this case it plays a more significant role in the artist's method, then in the preceding portraits.

The white scarf is layed by broad, thick and straight brush-strokes, which only trace the general direction of the folds. Rembrandt knew perfectly well the aesthetic value of this kind of large-scale painting method, but in "The Portrait of an Aged Woman" the powerful brush-strokes of the underpainting were covered with a detailed system of glazings. It is very interesting to compare the representation of white scarf in the X-ray photo and in the painting itself. The structure of the fabric and its folds in each case seems absolutely different.

On the contrary, the shape of the face in the X-ray photo and in the portrait coincides. The underpainting serves as a basis for the following elaboration of the form.
Fig. 33 The artist's brush shapes the face by differently directed and differently coloured broad and rather short strokes - reddish, yellowish, greyish. As a rule, they are more or less transparent, only on the nose there are a few really high, though small and short impasto dabs.

On the whole, the painting of the central part of the picture gives the impression of high impasto, but in fact the paint layer is not too thick. It only looks high, by contrast to the surrounding area, which is treated by thin layers of glazes. In many parts, on the bodice and sleeves, between the black brush-strokes, the ochre-coloured patches of the priming were left untouched. In combination with narrow long brush-strokes of the black and with light additions of the lead white these yellowish patches create an intricate play of nuances in the fine pleats of the fabric on the woman's bodice.

Often enough it is thought, that expressive and distinct brushwork is possible only in the dense medley of paints on the base of lead white. Rembrandt's work refutes that opinion. He superimposes the fluid and transparent dark glazes in most various ways. He achieves a vivid "mobility" of the background by short strokes of a hard brush; by broad and long dabs he creates the deep velvety-black of the sleeves; the narrow strokes produced by the end of a soft brush form the folds of the thin fabric at the bodice, etc.

Rembrandt likes to put on the thin paint layer a few decisive brush-strokes, which should emphasize the relief (impasto strokes on the nose of the woman) and define more exactly the colour and shape. Thus, the long strokes of red over the ashy-reddish dab shape the shawl, while the black shades underneath it separate it from the face.

The variety of the painting methods comes out especially fully thanks to the general good preservation of the picture.

The latest Rembrandt's work in the collection of the Pushkin Museum is also the most important and significant. That is "Ahasuerus, Haman and Esther" (Inv. N 297; canvas, oil; 73 x 94 cm; signed "Rembrandt f. 1660"). Its poor preservation impedes the study, but at the same time makes it absolutely indispensable. The condition of the painting requires the restorers' interference, and an exhaustive documentation should preceed it. The examination of 1970 gives preliminary material for the purpose. Probably, the painting was in poor state of preservation already in 1764, when it was acquired for the Hermitage collection. The inventory of 1773 mentions its damaged condition. After archive documents, in 1819 the Hermitage restorer A.Mitrokhin transfered it from the threadbare original canvas to a new one. White lead was used for the new ground. Apparently the transfer was carried out unsuccessfully, for but ten years later, in 1829, the new canvas had to be relined. [13] Recently it has been discovered, that about 1660 Rembrandt had experimented with the unusual compounds of ground, adding to it some fine sand (quartz) and caolin. [14] The most probable cause of the unsuccessful transfer is a bad adherence between the new ground and the remains of the original one, that may be explained by the unusual composition of the latter, unknown to the restorer. In any case, the treatment carried out twice did not

Fig. 34

stop the damage of the picture. In 1861 F.Waagen, picking out from the Hermitage a selection of pictures for the just founded in Moscow Roumiantzeff Museum, even doubted Rembrandt's authorship.

In 1900 the board of the Roumiantseff Museum, aware of the exceptional value as well as the damaged condition of the painting, sent it to Berlin to a well-known restorer, Prof. Hauser. He changed the relining canvas, washed the varnish and probably to some extent treated the paint-layer. Soon after the return of the picture to Moscow the canvas was torn by accident, but happily in a part not too visible: on the dark background near the upper edge. After the transmission of the picture in 1924 to the Pushkin Museum of Fine Arts, it was treated again, that time under the direction of V.Yakovlev, about 1924-1926 (it was impossible to fix the precise date). [15] The relining canvas was changed once again, but already in 1927 it became necessary to take measures to prevent the unglueing of the relining canvas from the basic one. [16] At present, there are numerous large blisters all over the picture surface caused by the unglueing of the two canvases and possibly by disjoining of the paint-layer from the basic (transfer) canvas. These blisters are accompanied by abundant deep craquelure, which can easily provoke the flaking of the paints, and therefore the picture is in need of conservation measures. Without doubt, for two hundred years the picture retained ap-

proximately the same state of damage. Its deterioration caused the next in turn restoration, which turned to be but a stopgap measure, Moreover, the diverse materials used by restorers could provoke a further deterioration of the painting.

The serious character of the damage is obvious. It is stated documentary in UV rays. The luminescence of the varnish is intensive and not homogenous owing to the numerous frayings. The signature area is covered by a thinner varnish film.

Fig. 35

The photo of the central part of the composition shows many more different elements, than the survey luminescent photo. The varnish luminescences heterogeneously and a different thickness of the film is observed. At visual examination the dense film produces intensive luminescence (the central part). The thinner varnish film luminescences less intensively; such sections are seen to the left of the head of Ahasuerus. Probably, they are the spots of old retouchings. A coarse net of craquelures is distinctly visible. On all the surface of the picture there are retouchings, made at different times; they are distinguished by the degree of intensity of the dark colour.

Fig. 36

The large craquelure covers nearly all the surface of the painting, avoiding only the figure of Esther, which differs from the rest by colouring and painting

methods. The most deep craquelure with breaks of the paint-layer is disposed in the darkest parts: on the black curtain covering the background in the upper part of the picture, and also in the deep shadows in its lower part. Numerous small frayings are visible on convex impasto brushwork of Esther's garments. In many spots the examination reveals restoration retouchings, sometimes older (face and garments of Ahasuerus, hand of Esther), sometimes comparatively recent. They are especially numerous on the dark background in the upper part of the picture. Striking traces of serious restoration repairs are seen on the left part of Ahasuerus' turban. Black on the UV photo, this "repair" appears as a white patch in the IR rays. It can be seen on the picture itself as an accumulation of impasto brush-strokes, somewhat changed in hue, with which the restorer tried to mask some defect - probably a rupture of the canvas.

One of the serious repaintings, clearly seen with the naked eye, is imperceptible in UV rays. It is disposed on the vertical folds of Ahasuerus's garments, just above his sceptre. Probably, it was made before or during the transfer to a new canvas in the beginning of the last century. It is covered by so thick varnish layers, that it exerts no influence on the UV luminescence. This repainting is clearly seen with naked eye, because it is disposed in the light-coloured part of the picture. In IR photo it appears as a light patch;

Fig. 37

an analogous oblong-shaped patch is apparent below the figure of Esther in the dark part of the painting, and may also turn out to be some old repair.

The IR photo reveals a net of dark patches and outlines. The black curtain of the background does not look here as a single dark patch (as it was in "The Incredulity of St. Thomas"). Consequently, no organic black soot was applied here, but some other paint. Most likely it was the asphalt, which became one of the causes of the picture's ruin. The spotty background may be explained by the state of preservation of the paint layer.

The long dark strips on the photo coincide with the outlines of some of the objects in the lower part of the picture. Completing his work, Rembrandt sometimes accentuated the shape of this or that object by such black outlines, as we have seen it done in "The Incredulity of St. Thomas". Some of the dark patches indicate restoration retouchings; such is the black patch adjoining the outline of Haman's back on the level of his shoulder-blades.

Fig. 38

At last some of the strips visible on the photo, don't coincide with the silhouettes and are covered by the layer of light colours. Two such strips outline, but not precisely, the turban of Ahasuerus. They have the appearance of long curved brush strokes of liquid black paint, and a leak is apparent at the end of one of them. Probably, here

Fig. 39

we have a part of the schematic sketch, with which the artist had started his work on the picture. The attempts to find the other components of this scheme gave no decisive results, because the corresponding dark lines are not clear enough (those around the heads of Haman and Esther) or coincide with the black brush-strokes on the painting surface (the horizontal line of the table; the vertical axis of the king's figure, etc.). The last is natural enough: if the artist did not get away from the initial scheme, it should coincide with the outlines of the objects on the picture. If the further improvement of the equipment would allow someday to separate the black brush-strokes disposed on the surface and in the depth of the paint-layer, a new field of information will come to light - the study of the brush composition sketches in Rembrandt's and also perhaps in some other masters' works.

The bad preservation of the painting obscures the results of the examination. It is an obstacle in the visual perception of the painting, based on the relation between its illuminated center and the dark surroundings. This relation can be appreciated now only on rare occasions, because a very strong light is needed for the purpose. Only then becomes apparent the nervous open brushwork of the reddish-brown glazes in the lower part of the picture and in the background behind Haman. Haman's figure, also formed by glazings, melts with the surrounding painting. On the contrary,

the king's garments sparkle by contrast with the black curtain behind him. The light-bearing figure of Esther predominates, owing to the saturation and brightness of the colour and the expressiveness of the texture. Her brocade dress, jewels, fantastic crown are modelled by impasto brush-strokes, emphasized by the dark glazings of the background. As in the other Rembrandt's works the paint-layer on the whole is very thin. This circumstance should guarantee the durability and good preservation of the picture, which could be disturbed only by some unforeseen accident. The noted Dutch scientist, Prof. Bredius, who had seen the picture, suggested that, once, it had been caught by fire. Undoubtfully, he judged by analogy with "The Anatomy Lesson of Doctor Deyman" (1656, Amsterdam) damaged by fire. The factors rooted in the picture itself (application of asphalt, unusual ground) could further the deterioration once begun.

The use of lead white ground by the transfer of the painting in the beginning of XIX century impedes considerably the X-ray examination; the information obtained is but scanty. The X-ray photo shows the intermediate thin fabric applied at the transfering process. The construction of the original paint-layer is shown very incompletely. Only compact brush-strokes of lead white can be traced, the thin paint-layers didn't turn out. A loss of lead ground stands out as a black patch on the king's turban.

The ~~with~~ investigation with non-destructive methods bears witness to the uncommon diversity of Rembrandt's technical methods. Partly, this can be explained by the dates of the works painted by the artist at different stages of his creative life. But his methods could alter in the limits of one period, depending on a different artistic aim, for example in the two portraits dated by the same year - 1654: the so-called "Adriaen van Rijn" and "The Portrait of an ~~Aged~~ Old Woman". There exists an opinion, that Rembrandt, at his late age, avoided dividing his work into stages and renounced the underpainting as an independent stage of work, in order to keep a constant relationship between the painting and its model. [17] The treatment of the face of "Adriaen van Rijn" confirms this point of view. On the contrary, "The Portrait of an ~~Aged~~ Old Woman" includes a fully elaborated underpainting. The X-ray photo of this portrait is so expressive and beautiful, that there is a temptation to consider it as a standard for Rembrandt's painting of 1650-s; but on no account should one insist on ascribing to the master only such works, as give a similar X-ray picture.

In Rembrandt's works from the Pushkin Museum of Fine Arts the examination revealed numerous alterations of the initial versions. In the case of "The Incredulity of St. Thomas" they made us suppose that an apprentice had taken part in its execution. Here, the difference between the final and

the initial versions can be interpreted as the artist's criticism of the work of his pupil. In all the other cases it is in a way a self-criticism. Rembrandt's work at a picture is not a mechanical process, but a creative one, in its course the artist's conception can and must develop. Often relatively small alterations essentially enrich and intensify the meaning of the work.

The examination of the Rembrandt's painting with the application of physical methods is still at its start. With the storing of the material and the improvement of the methods we will learn more and more about the story of his paintings' creation and master's system of work. The investigation of the paintings in the Pushkin Museum of Fine Arts, begun with the modest aim to fix the state of their preservation, permitted to make some interesting observations.

Notes

1. В.Щавинский. Нидерландские мастера в московских частных собраниях. "Старые годы", 1915, июль-август, стр. 111-112, воспр. перед стр. 109.
2. K.Bauch. Zur Kenntnis von Rembrandts Frühwerken. "Jahrbuch der preussischen Kunstsammlungen", XLV, 1924, S. 277-280.
3. V.Bloch. Zum frühen Rembrandt. "Oud Holland", LVI, 1933, S. 97-100.
4. И.Э.Грабарь. Новооткрытый Рембрандт. М., 1956, стр.4-18.
5. K.Bauch. Rembrandts Gemälde. Berlin, 1966, N 42.
6. К.С.Егорова, Е.С.Левитин. Выставка произведений Рембрандта. 1606-1669 (к 300-летию со дня смерти художника). Каталог. М., 1969, стр. 12.
7. См. В.В.Филатов. Подмалевок в картинах Рембрандта. "Искусство",1961, № 2,стр.65-67; И.Линник. Вновь открытая картина Рембрандта в Эрмитаже."~~Собрание~~ Сообщения Государственного Эрмитажа",XXIX, 1968,стр. 26-28; I.Linnik. Die Anbetung der Könige von Rembrandt. "Pantheon", XXVII, 1969, N 1, §§. 36-41.
8. Caravaggio's painting "The Incredulity of St. Thomas" is lost. There are two XVII century copies: in Florence (Uffizi) and in Potsdam.
9. А.Сомов. Каталог картинной галереи имп. Эрмитажа. Часть II. СПБ 1902, стр. 397, № 823.

10. F.Laban. Rembrandts Bildnis seines Bruders Adriaen Harmensz van Rijn in der Berliner Galerie. "Zeitschrift für bildende Kunst", IX, 1897-1898, S. 75-78.
11. A.Bredius. Bijdragen tot de biographie van Rembrandt's broeder. "Oud Holland", XXVIII, 1910, p. 65-69; Verdere bijdragen tot de geschiedenis van Rembrandt's broeder en zuster, "Oud Holland", XXIX, 1911, p. 49-56.
12. In the same manner the artist acted many years later, when he darkened the white strip of the man's collar with the black glazing in "The Family Portrait", c. 1668-1669, from the Braunschweig Museum (C.Müller Hofstede. Rembrandt's Familienbild und seine Restaurierung. Braunschweig 1952, S. 20). It is possible that (at least, in the second case) there was no correction, but a deliberate device: the lead white gave the paint a relief, which the black glazing could not give.
13. The information concerning the restorations of 1819 and 1829 was courteously communicated by the scientific collaborator of the Hermitage K.Orlova, who had found it in the accounts of A.Mitrokhin in the archives of the Hermitage.
14. P.Coremans, J.Thissen. Het wetenschappelijke onderzoek van het "Zelfportret van Stuttgart". Bijdrage tot de Rembrandt vorsing. "Bulletin de l'Institut Royal du Patrimoine Artistique". VII, 1964, p. 192-193.

15. В.Яковлев. Работа реставрационной мастерской ГМИИ. "Жизнь музея". Бюллетень Гос. музея изящных искусств. М., 1930, стр. 76.

16. Between 1926 and 1929 without precise date, record N 37 in the acts of the Restoration atelier: Rembrandt, Ahaseurus, Haman and Esther. The blisters of canvas in some parts, as a result of the unglueing of the original support from the relining canvas. The blisters on the canvas were smoothed (Yakovlev). A record of 1937 informs of the regeneration of the varnish by the Pettenkofer method (Korin, Tchurakov).

17. C.Müller Hofstede, ibid., S. 7.

LIST OF ILLUSTRATIONS

1. Rembrandt. Christ Driving the Money-Changers from the Temple. 1626.
2. The same. Photo in filtered UV rays.
3. The same. Photo in reflected UV rays.
4. The same. Photo in reflected IR rays.
5. The same. X-ray photo.
6. The same. Detail showing the method of "scratching" on the undried surface.
7. The same. Photo of the monogram.
8. The same. Macrophoto of the detail of the column near the signature.

9. Rembrandt. Incredulity of St. Thomas. 1634.
10. The same. Photo in filtered UV rays.
11. The same. Photo in reflected UV rays.
12. The same. Photo in IR rays.
13. The same. X-ray photo of the central part.
14. The same. Detail of X-ray photo with the underlayed signature.

15. Rembrandt. Portrait of the Aged Woman 16/5/...
16. The same. Photo in filtered UV rays.
17. The same. Photo in reflected UV rays.
18. The same. Photo in reflected IR rays.
19. The same. X-ray photo of the head.
20. The same. Detail in ambient light (the head).
21. The same. Signature and date.

22. Rembrandt. Portrait of Adriaen van Rijn (?).1654.
23. The same. Detail.
24. The same. Photo in filtered UV rays.
25. The same. Photo in reflected UV rays.
26. The same. X-ray photo of the head.
27. The same. Photo in reflected IR rays.

28. Rembrandt. Portrait of an Old Woman. 1654.
29. The same. Photo in filtered UV rays.
30. The same. Detail of the photo in filtered UV rays.
31. The same. Photo in reflected IR rays.
32. The same. X-ray photo of the central part.
33. The same. Detail of the picture in ambient light.

34. Rembrandt. Ahasuerus, Haman and Esther. 1660.
35. The same. Photo in filtered UV rays.
36. The same. Detail of the photo in filtered UV rays.
37. The same. Photo in reflected IR rays.
38. The same. Detail of the photo in reflected IR rays (Haman).
39. The same. Detail of the photo in reflected IR rays (Ahasuerus and Esther).

ICOM COMMITTEE FOR CONSERVATION

Working Group on Stretchers and Lining

ANALYSIS OF CREEP CURVES ON LINING CANVAS

W. Conti and E. Tassinari

Snam-Progetti Laboratories, S. Donato Milanese

Foreword by G. Urbani, Istituto Centrale del Restauro, Rome

Madrid Conference 1972

Foreword

(by G. Urbani, Istituto Centrale del Restauro, Rome)

The research programme presented at the Amsterdam Conference in 1969 stressed the fact that the rheological study of the mechanical characteristics of the new lining canvases should precede any other type of research on painted canvases. The following investigation, therefore, is not meant to deal with the whole problem of the behaviour of lined canvases, but rather to check with sufficient accuracy the deformations undergone with time by the canvas most often used in Italy for lining purposes. Notwithstanding this limitation, we deem that such research is indispensable, whatever the lining technique and the type of the new canvas. For this reason, namely to provide basic data of wider application, the tests have been extended to wax-resin-impregnated canvases, although this type of lining is little used in Italy and even if we realize that, where it actually is used, canvases are very different from the ones we subjected to our creep tests. The best possible solution, i. e. testing canvas strips from various foreign laboratories and treated with the adhesives used there, would have involved a reasonable, and maybe fairly modest, expenditure, but still one that the ICOM Committee for Conservation would not be able to incur. I hope that the Madrid Conference 1972 will give the necessary priority to the problem of financing research activities: international cooperation in this sector will be finally accomplished only when this problem is solved.

In fact, the shortage of funds is the main reason why a number of research reports of major interest to our working group have not been presented to the Madrid Conference - in several cases, only because no one would pay for their translation. A comprehensive list of these reports is provided below; we will gladly distribute the Italian texts on application.

At any rate, the work we have been able to do makes it possible to outline the programme we hope to carry out in the three years that lie ahead, before the next Conference. First of all, the study of lined-canvas deformations will be carried forward by means of the holographic interferometry (laser) method. This investigation is being performed in cooperation with the Istituto di Fisica Tecnica (Technical Physics Department) of the University of Aquila, and is only now yielding its first, most promising results. Later on, the creep tests will be executed not only on lining canvases but also on lined-painting models, i. e. laminates consisting of the

paint film, the primer or preparatory coat, and the old and new canvas. This new series of tests - which we would like to perform by subjecting strips to highly intense cycles of RH and temperature variations - will obviously be all the more interesting if they involve the widest range of laminates, and namely, lining techniques. I hope that this can be done under an international-cooperation project to be worked out at the Conference.

At the same time, we will try to perfect our knowledge of the effects of adhesives on the conservation of old and new canvases. The starting point in this investigation will be the results obtained by Berger, which have already been partly validated by our analyses of the average degree of cellulose polymerization in canvases of various ages. Finally, in addition to the influence of adhesives on canvas conservation, we intend to investigate the problem of cellulose biodeterioration and of the grafting processes that could be employed to protect lining canvases from microbiological hazards.

I need not point out that there would be no hope of implementing this programme at the Istituto Centrale del Restauro but for the research workers whom - much to our advantage - we have found at SNAM-PROGETTI Laboratories. Two of them being the authors of this report. To them all we wish to express our deepest appreciation.

List of Research Reports available in Italian

W. Conti, E. Tassinari	:	An Optical Method for Thread-twist Determination
E. Sorta	:	Note on the Non-destructive Determination of the Modulus of Elasticity on Painted Canvases
A. Arrigoni, M. Agnesi	:	Notes on the Application of Electric Methods to Check Lined-painting Deformations
E. Tassinari	:	Preliminary Investigation into Lining-Canvas Tensioning

Analysis of Creep Curves on Lining Canvas

Summary

Creep tests, under various load and relative humidity conditions, were carried out in warp and weft directions on canvases impregnated with animal-vegetal glue and wax resins.

The creep curves show a deformation proportional to the cube root of time and then these curves are characterized by means of two parameters ε (initial deformation) β (rate of deformation).

Both ε and β are load and relative humidity non-linearly dependent and besides they are dependent on the tension given to the canvas by the provisory stretcher employed during lining.

The two types of impregnation proved roughly alike as regards creep and recovery under stationary conditions of humidity.

Introduction

The progressive slackening and pouching of medium and large sized canvases is essentially due to the deformation of the supporting canvas under its own load. The phenomenon is also related to ageing factors (degradation of canvas fibres, primers and adhesives) as well as to rheological factors, that is internal shears either reversible or not. These modifications are affected by variations in the environment (primarily humidity). The rheological factors can be analyzed through deformation tests under constant load (creep) in controlled environments (1).

It is possible, in principle, to calculate stress relaxation behaviour from the creep curve and so to forecast the time in which the canvas will lose the tension given by the new stretcher.

Our goal is that of expounding the results achieved by means of creep and recovery measurements, and of setting forth the conclusions to be drawn from them. The tests were performed over a long period of time (2,500 hours of load) under different conditions of humidity and load. Investigations

were carried out on two standard types of canvas impregnated with glue and wax resin.

As we shall see, both types of impregnation have the same effect on creep - at least under stationary conditions. On the contrary, the tension given to the canvas during lining, i. e. when it is still on the provisory stretcher, affects creep.

Materials

A canvas characterized by the values listed in Table I was impregnated at Rome's Istituto Centrale del Restauro with standard lining methods: the canvas, as usual, was tensioned on a provisory stretcher and the warp was subjected to a higher deformation than the weft (a 3 to 1 ratio).

Sample C was impregnated with animal-vegetal glue, whereas wax resin was used for sample W.

We believe that the conclusions of this report can be better understood by taking stress-strain curves (Fig. 1 - 2) as the main feature of impregnated canvases.

A more detailed listing of data is also available (1 - 3). Figures 1 and 2 show the different behaviour is due to the differences in tension during lining.

Equipment

The 2 cm. wide, 25 cm. long strips of impregnated canvas cut in warp and weft direction, were inserted into plexiglass cylinders where relative humidity was kept at 40-65-80-90% by means of appropriate saline solutions.

Temperature inside the cylinders was kept at 21 $\pm$ 1° C ; after a seven-day conditioning the canvas strips were subjected to 1, 2 and 4 Kg. loads.

A 1/100 mm. cathetometer was used to gauge the deformation.

Experimental Results and Discussion

The warp and weft samples, loaded with the three weights, and kept at the above mentioned values of relative humidity, were subjected to creep for 2,500 hours and the deformations were checked periodically (more frequently at the start). After 2,500 hours of loading, the weight was removed and the recovery was checked for more than 500 hours. Fig. 3 shows a typical creep recovery curve. Concision requirements have induced us to provide only the final outcomes of data processing instead of showing all creep curves obtained.

It can be easily noted that, even in the long run, the creep curves obtained do not show a linear increase of deformation with time; the conclusion is that the samples under examination do not exhibit a viscous flow, within the accuracy of our measurements. Further, we considered our data according to Andrade's empirical equation (4). In fact this equation has been checked on crystalline materials for prolonged periods of creep; moreover, Speakman (5) and Ripa - Speakman (6) found that Andrade's equation fits the behaviour of some natural fibres during creep, but their experimentation has not been continued over a long period of time.

According to Andrade, creep deformation ε (t) is a linear function of the cube root of time, i. e. :

$$\varepsilon(t) = \varepsilon + \beta t^{1/3}$$

where ε is the deformation at zero time (initial deformation) and β can be considered as a deformation rate. Both ε and β should be functions of the external environmental conditions under which the test is effected.

The least square method has been applied to check the fitness of Andrade's equation to our experimental data.

For example, Fig. 4 shows the experimental creep data as a function of the cube root of time, together with the most probable straight line drawn by means of the least square method. The results of these analyses are shown in Table II and Table III with reference to the glue impregnated canvas and the wax resin impregnated canvas respectively. The Tables also record the index of correlation r, between experimental data and those predicted from Andrade's equation. Specifically, the above mentioned coefficients are marked with index c for load curves, and s for recovery curves.

It is to be noted primarily that in general β_c is higher than $-\beta_s$. This is a deviation from linear behaviour, in which one would expect the deformation to decrease during recovery as it had increased during the load stage. Moreover, a proportionality between β_c and $-\beta_s$ exists in samples taken in warp direction, as shown by Fig. 5 and by the high value of index of correlation (r). It must be noted that the coefficient of proportionality between β_c and $-\beta_c$ is different in weft and warp directions. This correlation between β_c and $-\beta_s$ is missing in weft samples, as shown by Fig. 6 and by the index of correlation (r).

Further weft coefficients β_c and $-\beta_s$ are generally much higher than the warp coefficients. Finally in Table IV a comparison is drawn between the instantaneous deformation (according to Andrade) of load curves (ε_c) and the instantaneous deformation of recovery curves (ε'_s); the latter was computed by subtracting deformation ε_s from final creep deformation. Here again ε'_s is much lower than ε_c.

All these data add up to the hypothesis that creep load affects ε and $-\beta$ coefficients. The coefficients of recovery (ε'_s - β_s) are smaller than the corresponding values of creep ε_c and β_c because the creep-building load "stabilizes" the canvas. In other words, load during creep generates irreversible deformations: these, however, are not flow deformations, otherwise there would be proportionality between deformation and time in the last part of creep curve.

This also prompts a reconsideration of the initial tension given to the canvas by the provisory stretcher. As we said, the canvas was tensioned on the provisory stretcher more in warp than in weft direction (see Figures 1 and 2).

Thus it becomes clear why coefficients β_c and $-\beta_s$ are higher in warp direction than in weft direction, and why in the former there is no correlation between β_c and $-\beta_s$. The warp tension in the provisory stretcher is so low that the rate of creep becomes randomly affected by this tension. As a result, the tension on the provisory and final stretcher gains a particular importance, as it affects the value of β, that is the rate of deformation.

It should be pointed out that the halving of β causes an equal differential strain in an eight-fold longer time.

Therefore, in order to analyse the differences in behaviour between the two canvases versus load and relative humidity, warp creep only should be taken into consideration even if the coefficient of proportionality between $-\beta_c$ and β_c is different in the two canvases. That means, according to our previous hypothesis, that the wax resin impregnated canvas has been more tensioned on the provisory stretcher than the glue-impregnated canvas - which is also proved by stress-strain curves in Figures 1 and 2.

Bearing in mind the limits of the accuracy of the tests performed and the above remarks, it can be held that the behaviour of both canvases (in warp direction) is the same with respect to both load and relative humidity (Fig. 7, 8).

One would expect wax resin impregnation to reduce the "humidity effect" - but the experimental result is not surprising if one remembers that room conditioning has been maintained constant during the tests, so that only instantaneous deformation should be affected by impregnation.

In effect, ε_c is generally higher in the glue impregnated canvas; this, however, has not a particular meaning, as this canvas has presumably been given less tension on the provisory stretcher.

In testing materials for quantities that are a function of time (or frequency) a master curve is generally built up in which the effects of the other variables (except time) are related to factors that do not depend on time. For instance, if Catsiff's method (7) were applied to clarify the influence of relative humidity (or load), the retarded deformation, (deformation at time t minus instantaneous deformation) or its logarithm should be plotted on a diagram versus the logarithm of time, for different values of humidity (or load) - then the two curves should be made to overlap by shifting along the time axis. This means that a factor found in such a manner does not depend on time and takes into account the influence of the variable (humidity or load). Fig. 9 clarifies the point even further.

It is easily understood that a master curve can be obtained if experimental data fit Andrade's equation ; in fact this latter can be written as follows:-

$$\log \left[\varepsilon(t) - \varepsilon\right] = \tfrac{1}{3} \log t + \log \beta$$

Actually, on graph paper all the creep curves have the same slope ($\tfrac{1}{3}$), and can, therefore, be overlapped by shifting along the time axis.

Moreover, it can be proved that the shifting coefficient a is given by:-

$$a = \left(\frac{\beta}{\beta^*}\right)^3$$

where β^* is the coefficient of the standard or reference condition.

The master curve shows that the creep curve depends on load and humidity, independently of time, and also allows same extrapolations.

For instance: the glue impregnated canvas has $\beta_c = 0.008$ under a 1 Kg. load and 40% r. h., and $\beta_c = 0.082$ under a 4 Kg. load and 80% r.h. : the ratio is approximately 10 ; therefore, in the latter case, creep is 1,000 times faster.

Conclusions

The notion to be derived from this first analysis is that canvas tension applied on the provisory stretcher is important as regards the mechanical properties and also affects long-range behaviour. The creep curves must be characterized by two coefficients ε (initial deformation) and β (deformation rate). Both these coefficients are not linearly dependent on load and besides depend on the time of loading. Notwithstanding it is possible to obtain a master curve which makes a synthesis of canvas behaviour in creep under different loading and R. H. conditions, and so one can reach a complete description of creep and its dependency on load and R. H. with a minimum number of parameters.

BIBLIOGRAPHY

1. W. Conti and E. Tassinari - "Misure di 'creep' su tela di rifodero trattata con colla" - unpublished.

2. J. D. Ferry - Viscoelastic Properties of Polymers - Willey 1969.

3. W. Conti and E. Tassinari - unpublished data.

4. A. J. Kennedy - Mech. Phys. Solidy - 1, 172 (1953).

5. J. B. Speakmann - J. Text. Inst. - 17, T472, (1926).

6. O. Ripa and J. B. Speakmann - Tex. Res. J. 21, 512, (1951).

7. E. Catsiff, T. Alfrey and M. T. O' Shanghnessey - Tex. Res. J 23, 808, (1953).

Description of Figures

Fig. 1 Stress-strain curve of weft (T) and warp (O) direction in the glue impregnated canvas.

Fig. 2 Stress-strain curve of weft (T) and warp (O) direction in the wax resin impregnated canvas.

Fig. 3 Load recovery creep curve (sample W, load 2 Kg., 65% r.h.)

Fig. 4 Creep curve of the Fig. 3 versus $t^{1/3}$.
The straight lines were obtained with the least-square method (sample W, load 2 Kg., 65% r.h.).

Fig. 5 Correlation between $_c$ and - $_s$ in warp direction for both canvases.
- . (glue): ° (wax). The straight lines were drawn with the least minimum square method.

Fig. 6 Correlation between $_c$ and - $_c$ in weft direction for both canvases.
- . (glue): ° (wax). The straight lines were drawn with the least square method.

Fig. 7 $_c$ as a function of humidity for both canvases in warp direction under a 2 kg. load. - . (glue): ° (wax).

Fig. 8 $_c$ as a function of load both canvases in warp direction under a 65% relative humidity. - . (glue): ° (wax).

Fig. 9 Master curve build-up. The continuous straight line is obtained by shifting on time axis the dashed and the dashed and dotted straight lines.

TABLE 1

Raw-canvas characteristics

Weight (gr/m^2)	197
Threads/cm	6.3
Wefts/cm	5.8
Fabric density (cm^{-2})	36.5
Warp count (Ne)	11.1
Weft count (Ne)	10.5
Warp twists (m^{-1})	210
Weft twists (m^{-1})	206

TABLE II - Creep analysis

		CANVAS C											
		WARP						WEPT					
r.h. (%)	load (kg)	LOAD			RECOVERY			LOAD			RECOVERY		
		r_c	β_c	ε_c	r_s	$-\beta_s$	ε_s	r_c	β_c	ε_c	r_s	$-\beta_s$	ε_s
40	1	0.64	0.008	0.18	0.73	0.012	0.28	-	-	-	-	-	-
	2	0.74	0.017	0.28	0.78	0.021	0.46	0.95	0.080	1.18	0.85	0.068	1.90
	4	0.93	0.036	0.58	0.84	0.033	0.87	0.92	0.080	2.67	0.81	0.067	3.24
65	1	0.77	0.016	0.21	0.81	0.012	0.34	0.72	0.038	0.37	0.92	0.039	0.88
	2	0.97	0.037	0.23	0.91	0.032	0.64	0.98	0.111	0.62	0.84	0.061	2.05
	4	0.90	0.044	0.49	0.89	0.032	0.97	0.75	0.077	2.82	0.86	0.057	3.56
80	1	0.92	0.058	0.23	0.85	0.027	0.67	0.97	0.119	0.64	0.89	0.050	1.64
	2	0.92	0.067	0.57	0.96	0.040	1.06	0.94	0.136	1.81	0.96	0.078	2.88
	4	0.91	0.082	1.22	0.85	0.051	1.76	0.91	0.119	3.03	0.90	0.069	3.78
90	1	0.92	0.032	0.47	-	-	-	0.91	0.083	1.75	-	-	-
	2	0.92	0.036	0.76	-	-	-	0.93	0.059	2.78	-	-	-
	4	0.76	0.028	1.29	-	-	-	0.88	0.048	3.15	-	-	-

Warp $(-\beta_s) = 0.45\,\beta_c + 0.01$

$(r = 0.91)$

Weft $(-\beta_s) = 0.24\,\beta_c + 0.038$

$(r = 0.64)$

TABLE III - Creep analysis

r. h. (%)	Load (kg)	CANVAS W											
		WARP						WEFT					
		LOAD			RECOVERY			LOAD			RECOVERY		
		r_c	β_c	ε_c	r_s	$-\beta_s$	ε_s	r_c	β_c	ε_c	r_s	$-\beta_s$	ε_s
40	1	0.67	0.015	0.17	0.73	0.010	0.31	-	-	-	-	-	-
	2	0.89	0.030	0.14	0.79	0.024	0.42	0.91	0.090	0.69	0.92	0.069	1.52
	4	0.88	0.040	0.49	0.86	0.027	0.85	0.89	0.056	1.73	0.87	0.017	2.03
65	1	0.92	0.018	0.11	0.93	0.011	0.30	0.95	0.053	0.30	0.84	0.029	0.91
	2	0.90	0.029	0.23	0.91	0.024	0.51	0.95	0.080	0.73	0.87	0.032	1.55
	4	0.92	0.032	0.34	0.75	0.025	0.61	0.88	0.086	1.93	0.91	0.033	2.73
80	1	0.97	0.058	0.24	0.98	0.043	0.90	0.98	0.132	0.72	0.97	0.050	2.24
	2	0.96	0.072	0.36	0.98	0.047	1.12	0.93	0.099	1.65	0.97	0.062	2.71
	4	0.84	0.064	0.77	0.99	0.069	1.52	0.81	0.035	2.41	0.97	0.064	2.78

Warp $(-\beta_s) = 0.84\ \beta_c - 0.002$

$(r = 0.91)$

Weft $(-\beta_s) = 0.15\ \beta_c + 0.033$

$(r = 0.23)$

TABLE IV - Creep analysis

r. h. (%)	Load kg	CANVAS + GLUE				CANVAS + WAX-RESIN			
		WARP		WEFT		WARP		WEFT	
		ε_c	ε'_s	ε_c	ε'_s	ε_c	ε'_s	ε_c	ε'_s
40	1	0.18	0.01	-	-	0.17	0.06	-	-
"	2	0,28	0.05	1,18	0.37	0.14	0.13	0.69	0.29
"	4	0,58	0.20	2,67	0.52	0.49	0.18	1.73	0.42
65	1	0.21	0.09	0.37	0.07	0.11	0.05	0.30	0.10
"	2	0.23	0.09	0.62	0.07	0.23	0.11	0.72	0.29
"	4	0.49	0.12	2.82	0.30	0.34	0.17	1.93	0.35
80	1	0.23	0.20	0.64	0.62	0.24	0.13	0.72	0.28
"	2	0.57	0.42	1.81	0.78	0.36	0.22	1.65	0.28
"	4	1.22	0.57	3.03	0.87	0.77	0.12	2.41	0.11

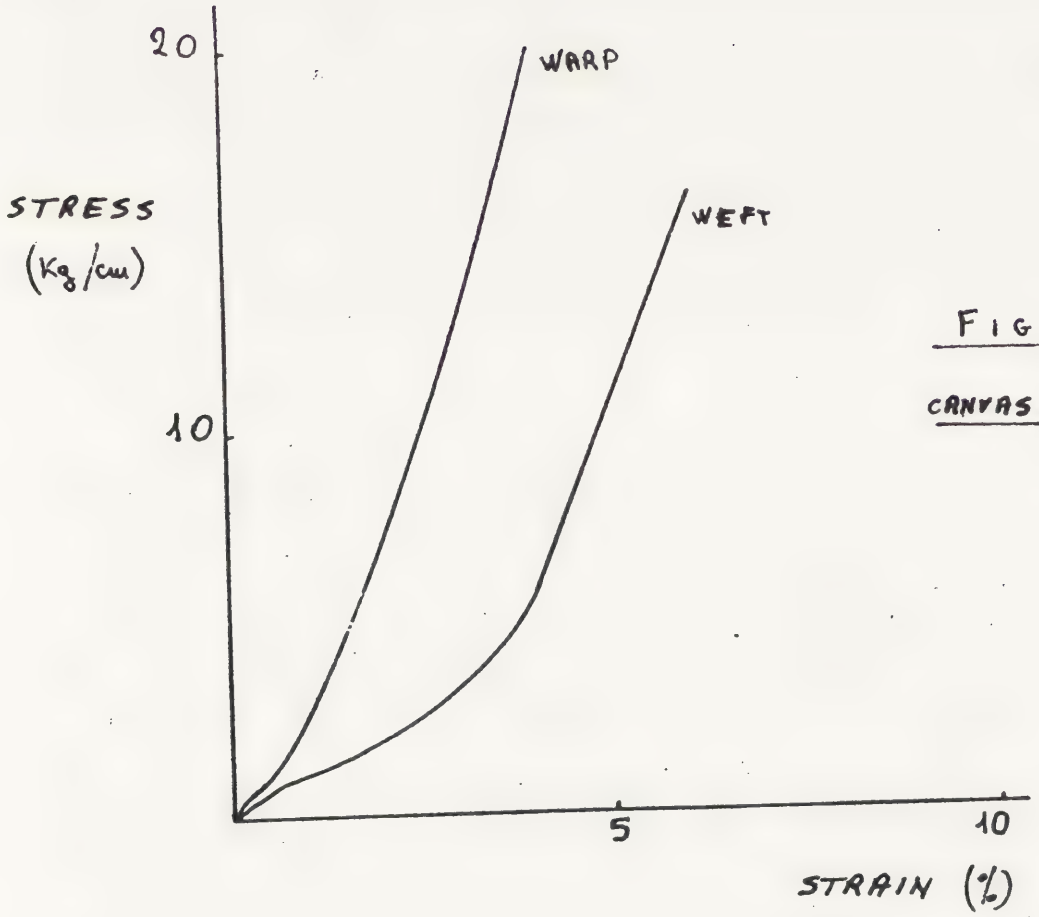


FIGURE 1

CANVAS + GLUE

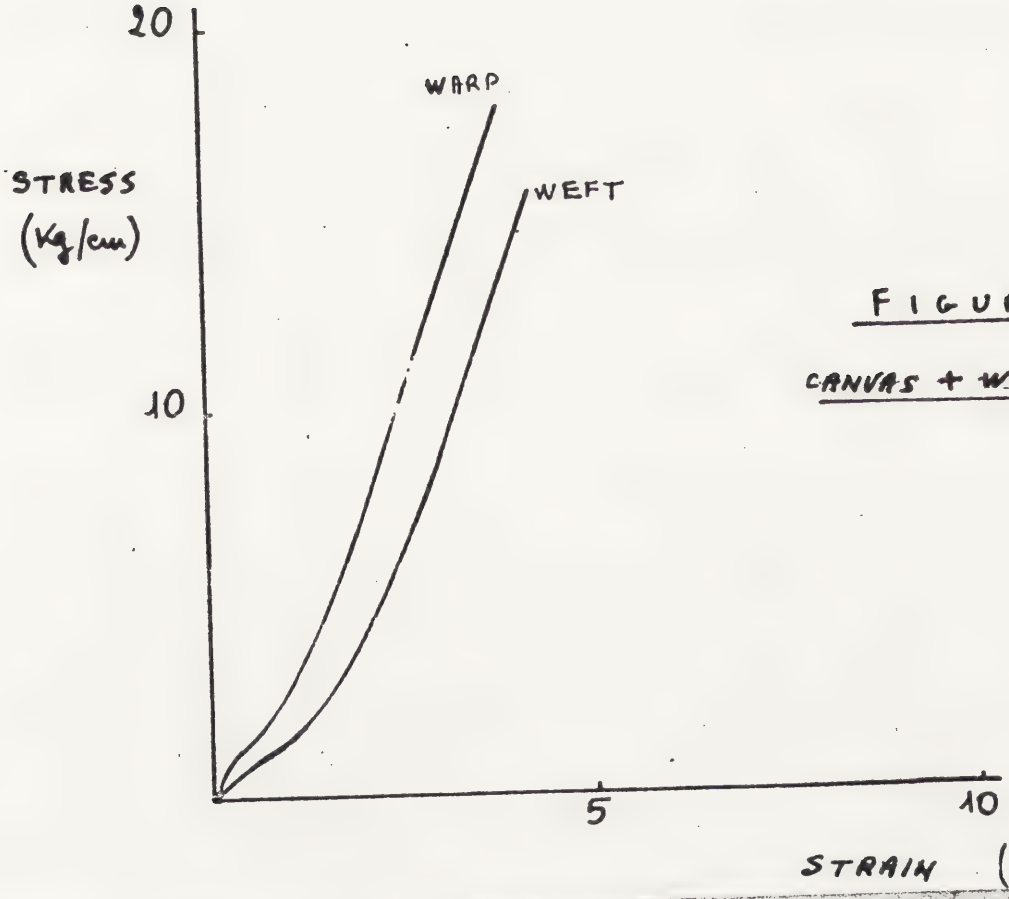


FIGURE 2

CANVAS + WAX-RESIN

FIGUR 3

CREEP - CANVAS + WAX-DRAWN - 2 Kg , 65% r.h.

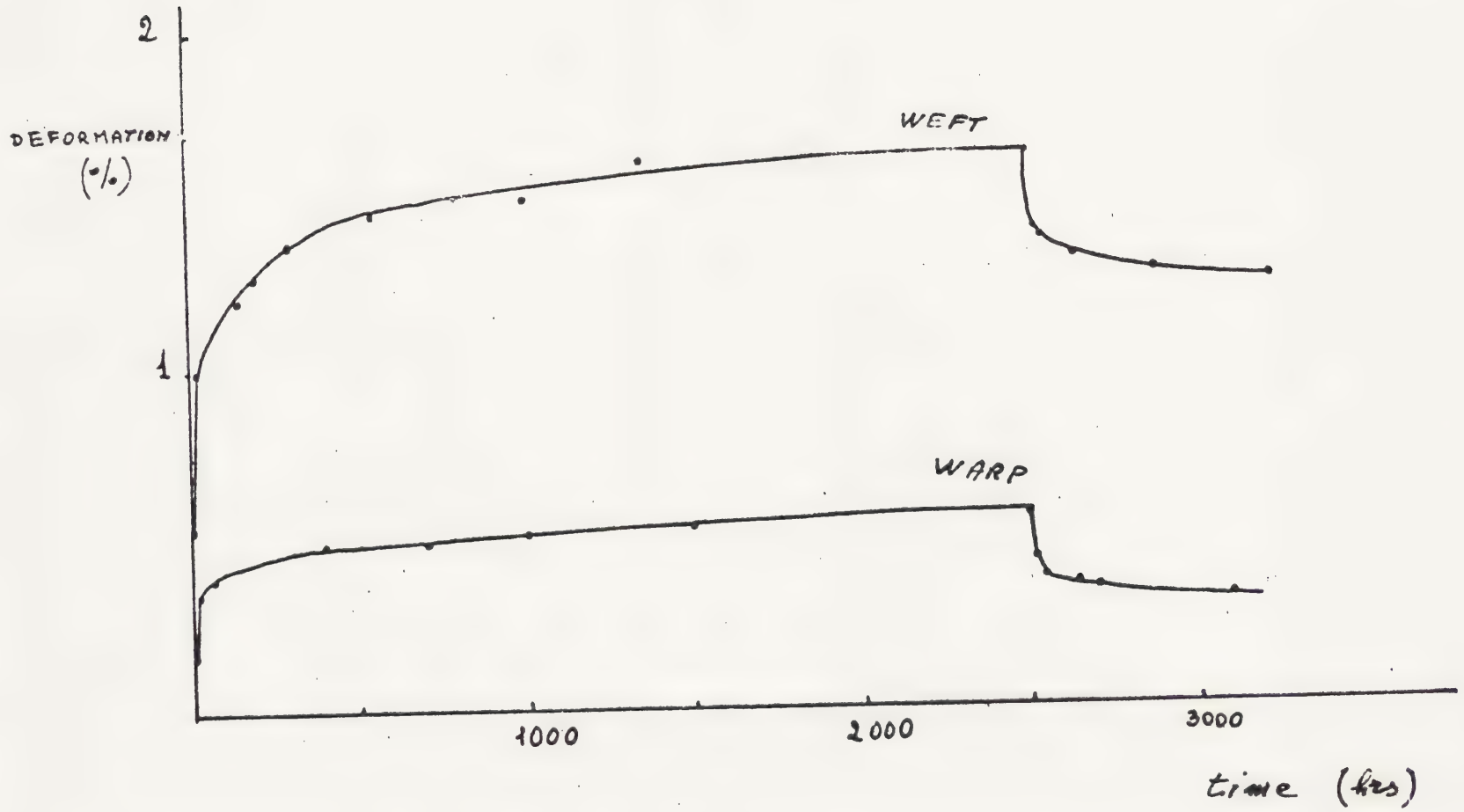


FIGURE 4

CREEP - CANVAS + WAX-RESIN - 2 Kg, 65% r.h.

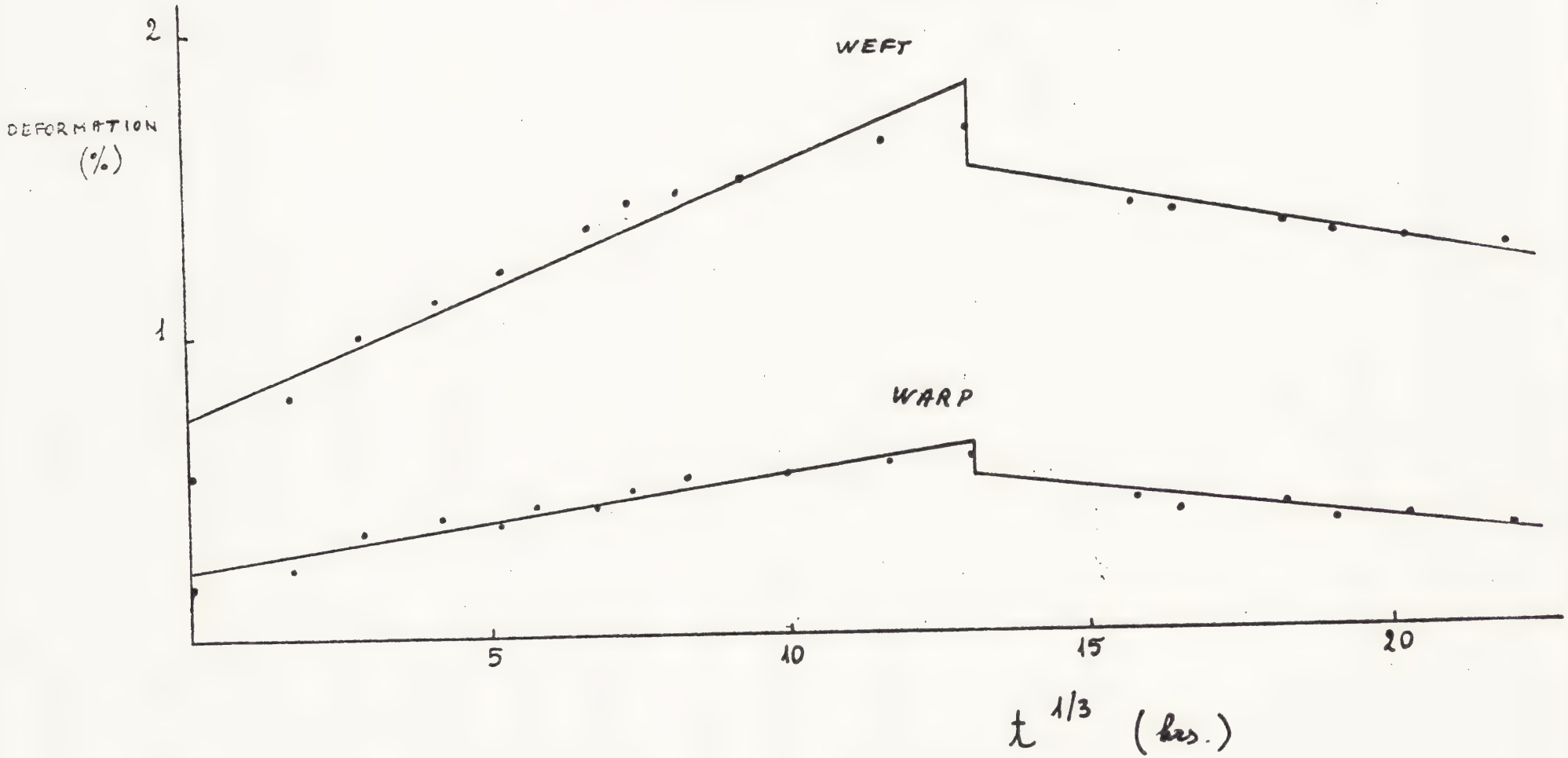


FIGURE 5

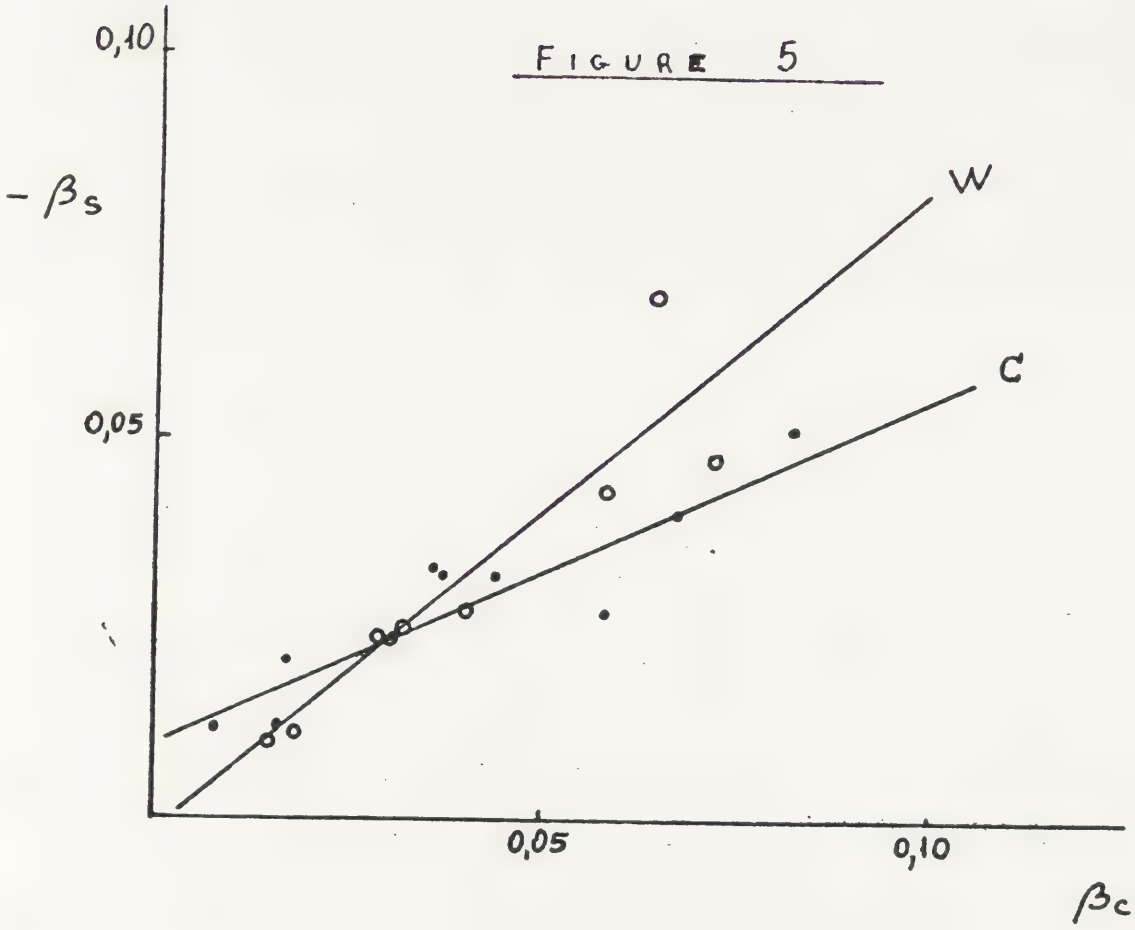
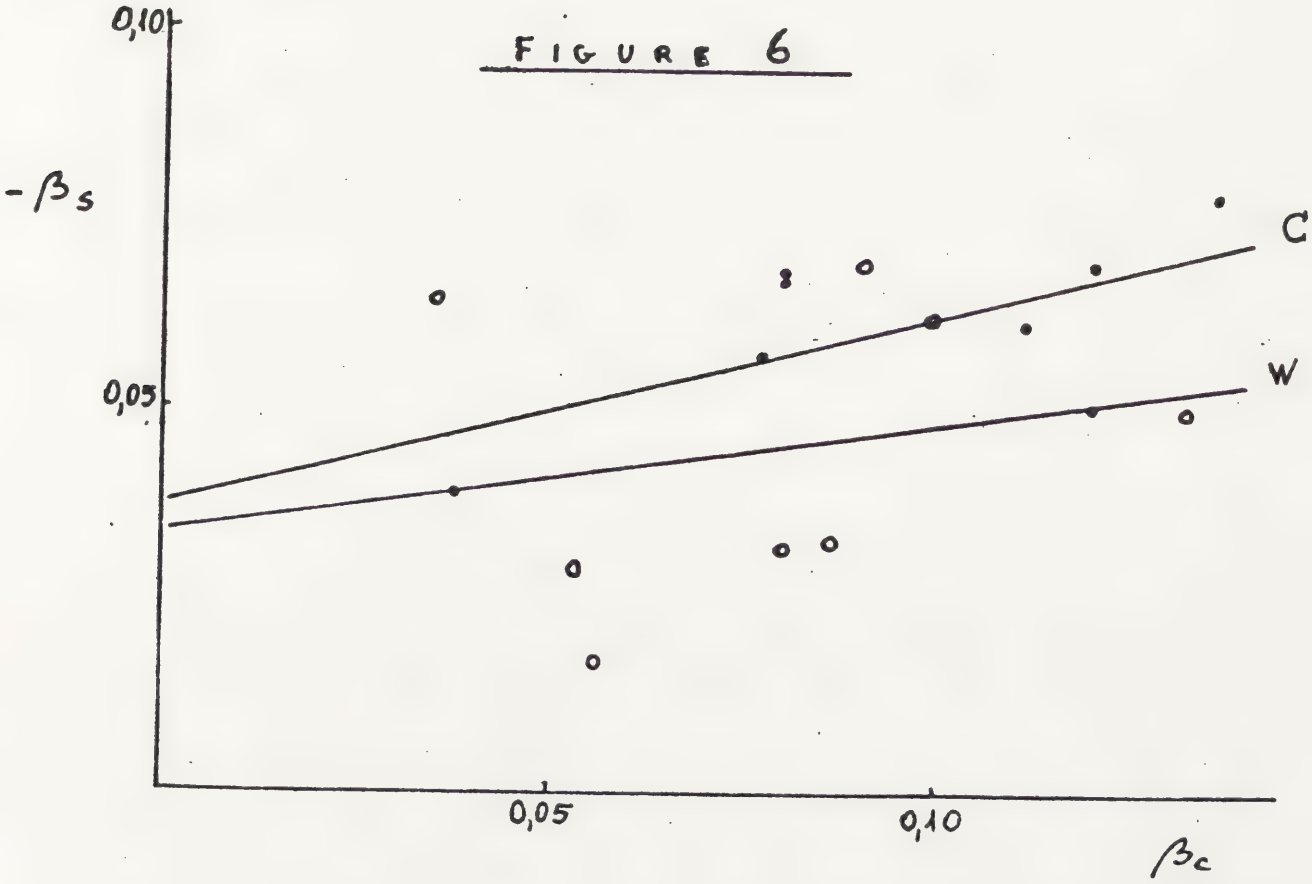


FIGURE 6



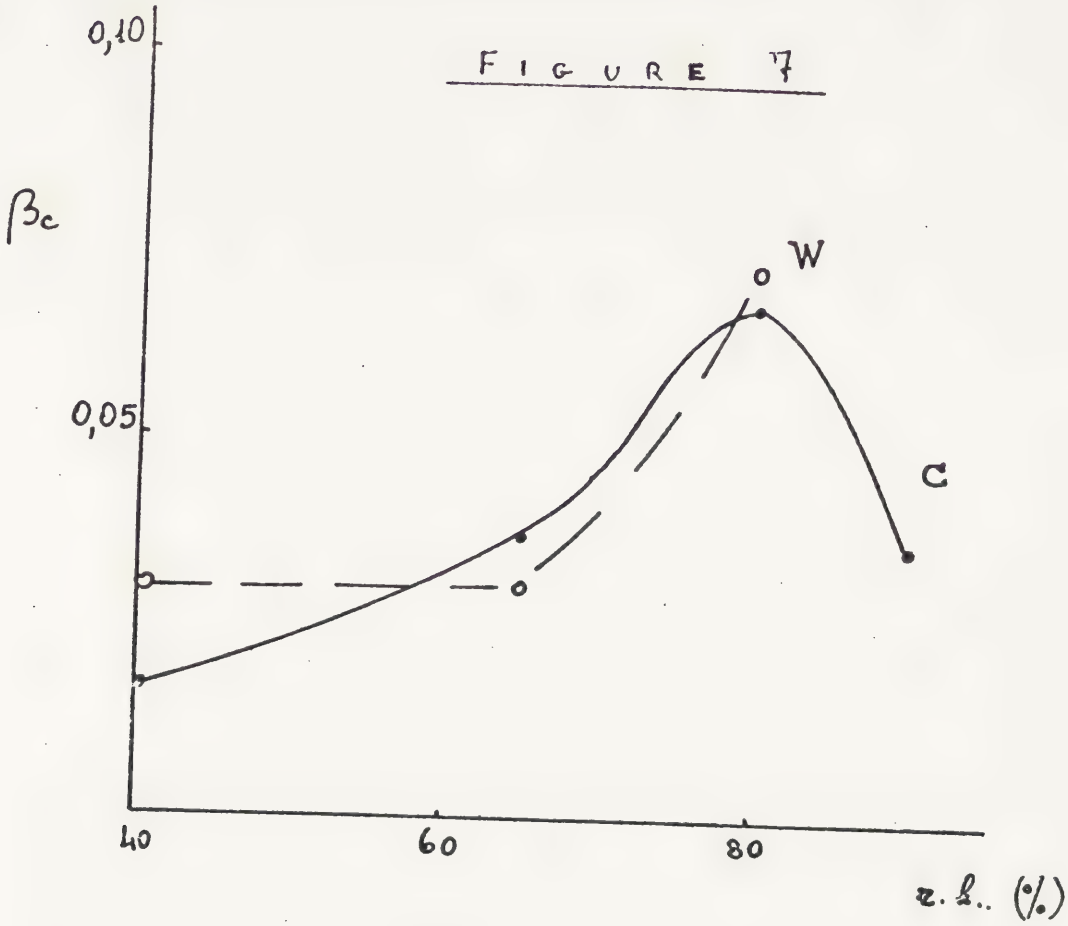


FIGURE 7
0,10
0,05
βc
W
C
40
60
80
r. h.. (%)

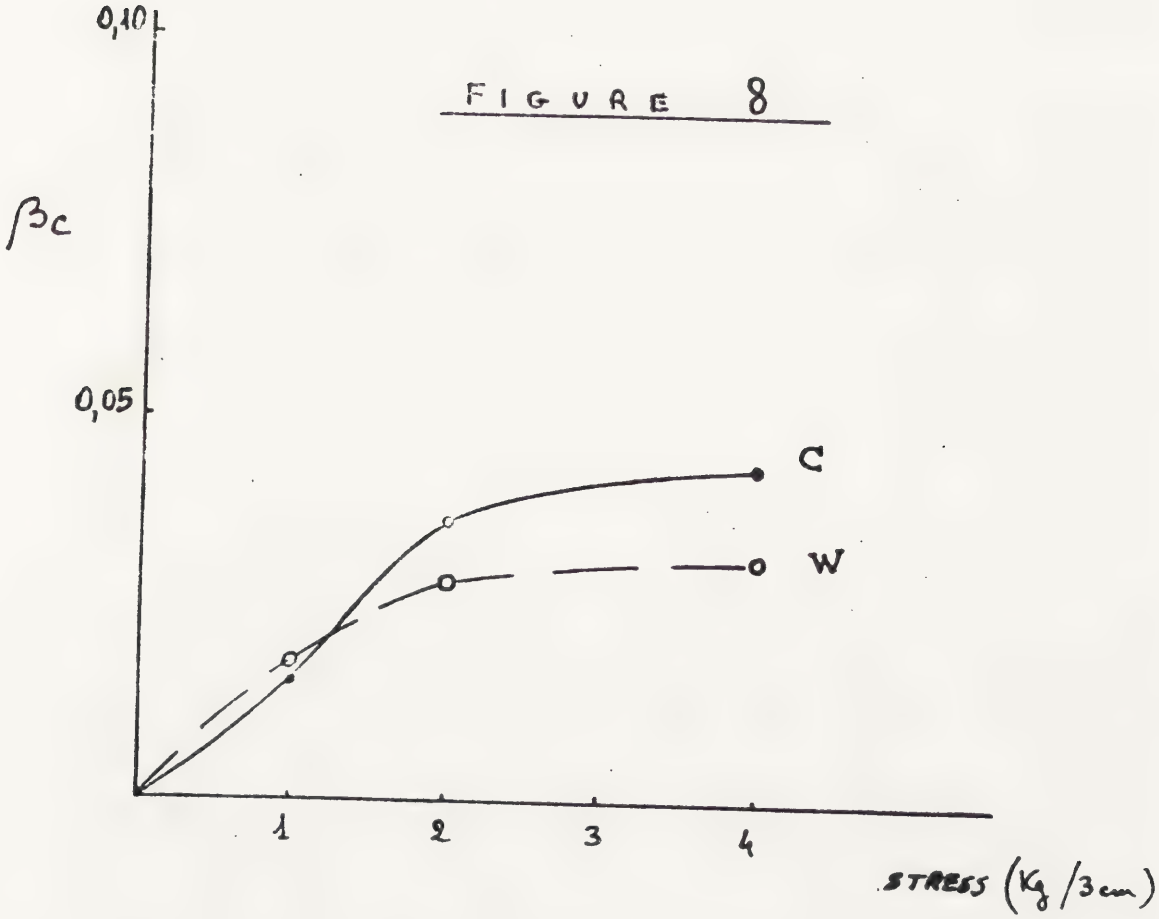
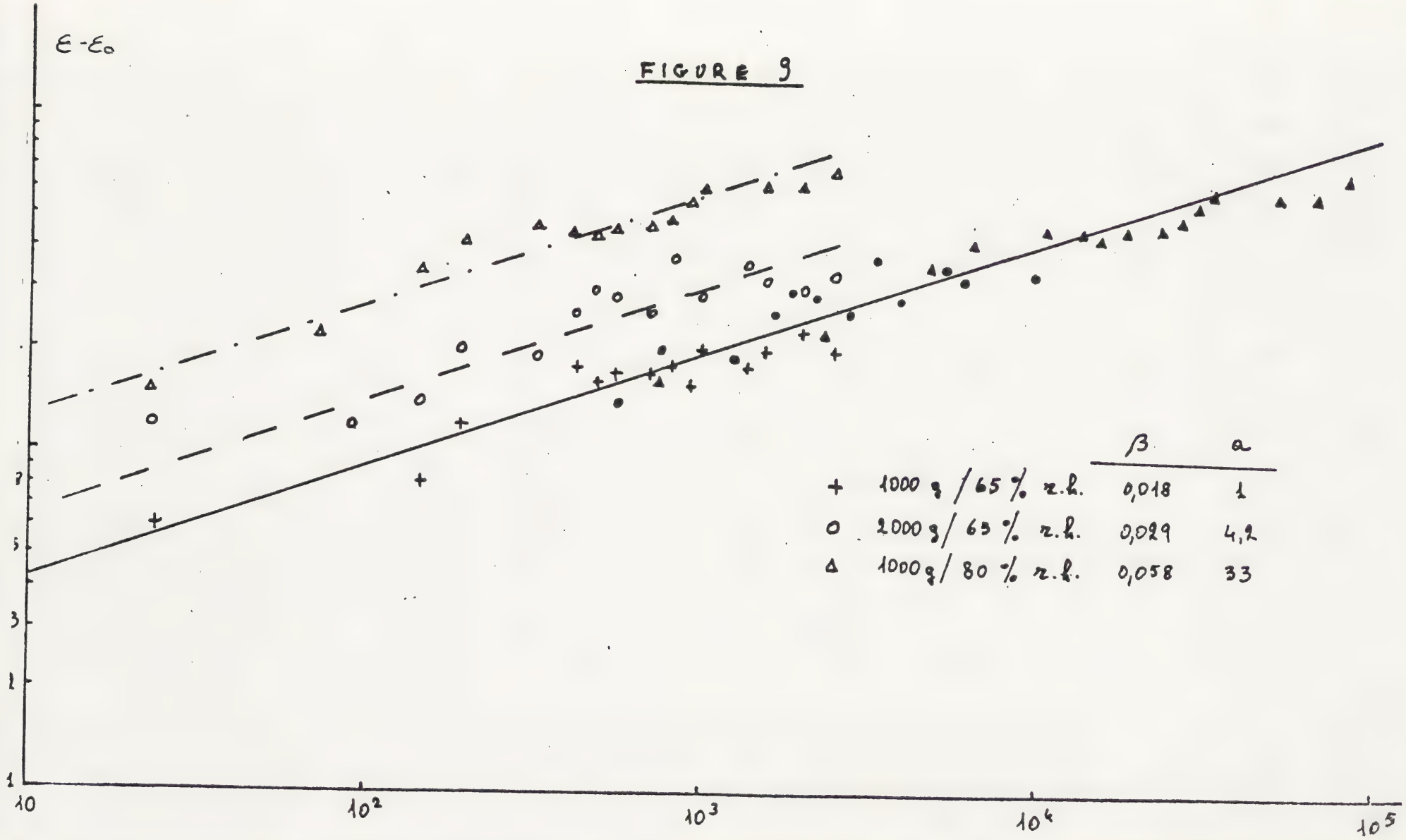


FIGURE 8
0,10
0,05
βc
C
W
1
2
3
4
STRESS (Kg/3cm)

FIGURE 9


ε - ε₀
7
5
3
1
1
10
10²
10³
10⁴
10⁵
β
a
+ 1000 g / 65 % r.h. 0,018 1
o 2000 g / 65 % r.h. 0,029 4,2
Δ 1000 g / 80 % r.h. 0,058 33

ICOM

THE INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS / / CONSEIL INTERNATIONAL DES MUSÉES
COMMITTEE FOR CONSERVATION — COMITÉ POUR LA CONSERVATION
WORKING GROUP: "TWENTIETH CENTURY PAINTING" — GROUPE DE TRAVAIL: "PEINTURE DU XXe SIECLE"

REUNION DU COMITE POUR LA CONSERVATION

MADRID: 2-8 OCTOBRE 1972

GROUPE DE TRAVAIL: "PEINTURE DU XXe SIECLE"

COORDONNATEUR: P.CADORIN - BÂLE

ETUDE PRELIMINAIRE

DANGERS DE L'APPLICATION DE CERTAINES TECHNIQUES DE CONSERVATION TRADITIONNELLES DANS LA RESTAURATION DES OEUVRES D'ART DU XXe S.

PAOLO CADORIN - BÂLE

Dangers de l'application de certaines techniques de conservation traditionnelles dans la restauration des oeuvres d'art du XXe siècle.

"As soon as a picture is finished, it starts to deteriorate."

Cette phrase du précieux petit manuel de George Stout "The Care of Pictures" n'est que trop vraie.

Conscient de ce fait, l'artiste du passé se battait de toutes ses forces pour soustraire son oeuvre aux insultes du temps; il apprenait son métier dès sa première jeunesse dans l'atelier d'un maître, par le contact journalier avec des matériaux et des techniques déjà éprouvés. Devenu maître à son tour, il disposait d'une telle connaissance du comportement de ces matériaux, qu'il pouvait les mettre au service de sa vision artistique. Il était rare que cette matière--instrument lui inspire une vision nouvelle. Une longue expérience l'assurait simplement du bien--fondé de son choix technique; et si parfois un artiste génial poussé par des recherches personnelles croyait pouvoir défier une expérience tant "nécessaire", rarement il ne put le faire sans danger. (Voir les réalisations fragiles d'un Leonardo, d'un Tintoret.)

A l'époque moderne, le transfert de la formation artistique de l'atelier à l'académie, et la production industrielle des couleurs et matériaux pour la peinture, apportent des facilités trompeuses qui bientôt se vengeront de mille manières.

A la seconde moitié du siècle dernier, un fort mouvement de contestation attaque la peinture

officielle représentée par les académies. Cette contestation s'en prend aussi à la technique tant vantée par les écoles. Au nom d'une nouvelle liberté, les artistes abandonnent beaucoup de précautions jugées superflues, et, pour traduire une vision nouvelle, ils innovent avec beaucoup d'optimisme dans le domaine de la technique.

Avec le mouvement expressionniste, le choix même des matériaux prend un sens de contestation. Aux matériaux "nobles", les peintres préfèrent souvent des matières grossières comme la toile de sac, ou le bois des caisses pour le support, et ne craignent pas de mêler les débris à demi séchés de leur palette à la matière picturale. Parfois la contrainte de la pauvreté a créé un nouveau style.

La croissante témérité avec laquelle l'artiste réalise son oeuvre multiplie les causes de sa dégradation. Si de tous temps l'oeuvre d'art a commencé de mourir dès sa création, aujourd'hui, la durée de sa vie rétrécit comme une peau de chagrin.

Alors que la restauration d'oeuvres anciennes permettait un traitement par analogie - grâce aux constantes de leur constitution, et à l'expérience qu'on avait de leur comportement - , il n'en est pas toujours de même pour les oeuvres modernes, du moins faut-il chercher souvent des analogies très loin dans le temps et dans l'espace. Si le restaurateur ne connait pas les techniques employées ni le but artistique recherché par l'auteur, il court le risque de se tromper gravement, et d'abîmer irrémédiablement une oeuvre alors qu'il est convaincu de la sauver. De plus, depuis ces dix dernières années, il se trouve tout à coup devant des oeuvres à peine créées, plus ou moins sanctionnées par la critique, vieillissant avant même d'être entrées dans l'histoire.

L'étude des méthodes de conservation d'oeuvres d'art du XXe siècle est le but de notre groupe de travail; l'étendue de l'entreprise demande la collaboration de tous ceux qui sont concernés par ce problème.

Une telle étude ne pourra donner des fruits que dans quelques années. Cependant, les cas de dégradations accélérées sont tellement nombreux, et les traitements parfois si erronés que quelques observations pratiques, même isolées, peuvent d'ores et déjà être utiles.

Rentoilage

Une des opérations courantes dans la conservation des peintures sur toile est le rentoilage, c'est-à-dire, l'application d'une toile supplémentaire de renfort sur l'envers de la toile originale. Les méthodes sont nombreuses, et il en est de typiques pour certains pays déterminés. Il arrive même qu'un pays ou une région ne pratiquent qu'une seule méthode à l'exclusion de toutes les autres. Cependant, l'habileté de l'opérateur joue un rôle important, et il est possible d'obtenir de bons résultats avec des procédés différents.

Si l'adhésif employé peut varier (différentes recettes de colles d'amidon, colle d'esturgeon, différents mélanges de cires et de résines naturelles ou synthétiques etc.), si les méthodes elles-mêmes du rentoilage diffèrent, elles ont cependant un point en commun: la nécessité d'exercer une pression sur la toile peinte, pour assurer son adhésion à la toile de renfort. Cette pression comporte le risque d'écraser les empâtements de la couche picturale, d'autant plus que celle-ci est jeune.

Aujourd'hui, la pression atmosphérique produite par le vide d'air permet d'éviter ce risque. Pour cette raison, et parcequ'elle est d'un usage rapide et aisé, la table chauffante à vide est utilisée couramment. Mais si elle a écarté de nombreuses difficultés et simplifié l'opération du rentoilage, elle n'en recèle pas moins certains dangers.

Nous ne mentionnerons même pas les cas où des tableaux, posés sur la face (couche picturale contre surface chauffante de la table, sans couche intermédiaire élastique), ont été réduits à l'aspect d'une reproduction.

Des erreurs de manipulation peuvent aussi menacer la bonne réussite de l'opération: une pression trop forte sur une couche picturale jeune, chauffée à la température nécessaire, peut la déformer et changer son caractère en imprimant dans celle-ci la texture de la toile sous-jacente.

L'adhésif généralement utilisé dans la méthode du rentoilage à la table chauffante est un mélange de cire-résine qui a la particularité de fondre à une faible chaleur. En refroidissant sous pression, il établit le contact souhaité entre la toile originale et le nouveau support. Pénétrant aussi jusqu'à la préparation et la couche picturale, il a l'avantage d'assurer également leur adhésion.

Tant que la couche picturale est suffisamment couvrante et imperméable à la cire-résine, l'aspect de l'oeuvre ne sera pas changé. Mais dès que la surface du tableau est poreuse, même en partie seulement (toile nue, préparation maigre apparente, couche picturale maigre,) la cire-résine saturant ces éléments poreux changera leur aspect.

Il est gênant de rappeler des dangers si évidents lorsqu'on connaît la compétence du public à qui l'on s'adresse. J'ai vu cependant des cas où des oeuvres importantes, propriété de grandes collections publiques, avaient été dénaturées par l'utilisation de cette méthode.

Dans la rétrospective de Fernand Léger qui a eu lieu récemment à Paris, au centre d'une paroi présentant des oeuvres de 1914, un tableau se détachait nettement des autres par son ton froid et grisâtre. On pouvait douter qu'il s'agisse bien là d'un tableau de la même époque. Regardant de près, on pouvait constater que le mélange de cire-résine employé pour le rentoilage avait imbibé les fibres de la toile laissées expressément à nu par le peintre et saturant la couche de préparation maigre à la craie, claire de nature, l'avait transformée en pâte grisâtre.

Dernièrement, j'ai vu à Berne, dans l'ex-

position Mondrian, un cas analogue: une composition de 1918, où la peinture à l'huile recouvrait toute la toile, contrastait étrangement par l'éclat translucide de certaines de ses couleurs, avec les autres oeuvres de la même époque et celles un peu plus tardives exposées là. Comme je m'expliquais mal cette apparence insolite, j'ai pensé au résultat d'un rentoilage à la cire-résine. Mon doute fut confirmé par les fiches du catalogue: ce tableau avait bien été rentoilé à la cire. La couche picturale ainsi saturée de cire-résine laissait percevoir les couches plus profondes d'une première version. L'aspect du tableau avait été gravement faussé non seulement par une transparence donnée à une couche picturale opaque, mais encore par l'apparition de cette première version que le peintre avait délibérément recouverte.

Les expositions réunissant un grand nombre d'oeuvres d'un même peintre, de provenance et de propriété différentes, permettent de confronter l'état de leur conservation et d'observer l'effet des traitements qu'elles ont subis. Le restaurateur remet alors en question ses connaissances et, découvrant les erreurs des autres, il apprend au moins ce qu'il ne faut pas faire.

Dans la peinture moderne, les cas de surface mate, poreuse et absorbante sont trop nombreux et les tableaux trop souvent fragiles pour qu'on ne tente pas de trouver des méthodes de conservation appropriées.

A la réunion de l'ICOM de Bruxelles, en 1967, M. J.Lodewijks nous a communiqué les résultats d'une méthode utilisant les résines vyniliques thermoplastiques (heatsealing), pour rentoiler ce genre de tableaux.

A Amsterdam en 1969, Mesdames Nicole Goetghebeur et Régine Guislain-Wittermann nous ont fait part de la méthode japonaise utilisée par Monsieur Albert Philippot pour conserver l' "Adoration des Mages" de Bruegel appartenant aux Musées Royaux des Beaux Arts de Belgique.

Aujourd'hui, Mesdames G.Bykova et A.Ivanova

du Laboratoire Central d'Etudes pour la Conservation et la Restauration des Biens artistiques de Moscou, nous communiquent les résultats de leurs recherches sur des résines synthétiques permettant de fixer les peintures à la détrempe sans changer leur aspect particulier.

Pour ce qui me concerne, je me suis trouvé en 1954 devant le problème de renforcer une peinture totalement mate, poreuse et friable à l'extrême: il s'agissait des volets d'orgue de la cathédrale de Valère (au dessus de Sion, en Suisse); ceux-ci consistaient en quatre panneaux de toile collés sur des châssis de bois, et dataient du XVe siècle. Nous sommes loin de la peinture moderne, mais dans ce cas, l'époque de la création importe peu puisque son problème spécifique est le même que celui posé par certaines peintures mates modernes. Aucune méthode traditionnelle de conservation ne pouvant être employée, je me résolus, après de nombreuses recherches, pour l'emploi d'étoffes recouvertes de matières thermoplastiques (PVA) qui venaient d'être introduites sur le marché. Aujourd'hui nous disposons de nombreuses résines ayant cette qualité* et beaucoup de restaurateurs utilisent la méthode du "heat-sealing".

Ayant vérifié récemment l'état de cette oeuvre, j'ai pu constater qu'après 18 ans, l'adhérence de la toile originale à la toile de renfort n'avait pas faibli. De plus, un essai avec une spatule chaude a confirmé la réversibilité de ce moyen de fixation dont les qualités physico-chimiques n'ont pas changé.

Il est des cas cependant où l'état du tableau ne requiert pas seulement un renforcement du support, mais où la couche picturale mate et poreuse se détache. Je voudrais citer ici brièvement le cas d'une toile de Vuillard datant de 1921 et mesurant cm:166 x x 130, peinte à la colle uniquement. De profondes craquelures avaient formé des ilôts concaves sur tou-

---

* En général des acétates de polyvinile appliqués à l'état liquide ou en poudre sur la toile de renfort; ou des toiles, des papiers déjà recouverts de cette résine des deux côtés; ou un film mince constitué de cette résine uniquement.

te la surface du tableau, et en maints endroits des écailles s'étaient détachées. Les déformations de la couche picturale avaient entraîné la toile qui de l'arrière se présentait comme une peau de crocodile. De plus, des ondulations plus vastes altéraient fortement la surface du tableau.

Pendant un mois, M. R.Wackernagel* et moi-même, nous avons cherché la méthode la mieux adaptée pour pallier à ces défauts. Nous sommes arrivés à la solution que je veux décrire ici en quelques mots seulement.

Nous avons d'abord fixé localement les parties détachées de la couche picturale au moyen d'une résine synthétique à très faible concentration (Paraloid B72 en xylol, à plusieurs reprises). Puis, la même résine un peu moins diluée, appliquée par l'arrière du tableau et sous un contrôle constant, nous a permis d'assurer l'adhésion de toute la couche picturale. Enfin, nous avons pu effectuer le rentoilage avec de la colle de pâte. La peinture était suffisemment isolée par la résine appliquée auparavent; la toile avait encore une certaine porosité, ce qui lui faisait subir l'influence de l'humidité permettant d'aplanir les déformations.

Marouflage et techniques mixtes

L'opération du marouflage consiste à fixer une toile sur un support rigide. Par extension, on appelle souvent marouflage toute fixation d'un tableau (toile, papier, carton etc...) sur un support d'une autre nature.

En général on ne fait usage de cette méthode que dans les cas extrêmes de grandes déchirures ou de graves déformations de la couche picturale, car le marouflage peut changer l'aspect de l'oeuvre dans

---

* A cette époque il effectuait un stage au Musée de Bâle; il est aujourd'hui restaurateur en chef au Bayrisches Nationalmuseum, Munich

laquelle on perçoit la présence d'un nouveau support de nature différente de l'original; il risque aussi de provoquer des dégâts, puisque deux matières différentes ne réagiront pas d'une manière identique aux changements climatiques.

Or il m'est apparu que beaucoup de peintures modernes ont subi l'intervention du marouflage. Est--ce-que parceque les déformations résistantes sont plus fréquentes dans la couche picturale du XXe siècle ? Est-ce parceque le peintre lui-même qui, pour des raisons économiques avait dû se contenter de supports très pauvres (papiers, mauvais cartons, nappes volées dans les bistrots, draps de lit...) a fait monter plus tard ses oeuvres sur un support plus résistant et peut-être plus digne ? (Toute hiérarchie des matériaux n'a pas entièrement disparu: une huile sur papier est moins considérée qu'une huile sur carton qui vaut moins qu'une huile sur toile.)

Aujourd'hui nous connaissons beaucoup d'oeuvres modernes peintes sur papier ou sur un carton léger qui ont été plus tard fixées sur toile. Or la tension contradictoire des matériaux provoque souvent leur déformation et leur détachement. Dans un cas pareil nous tenterons de reporter le papier ou le carton sur un support apparenté. Un agglutinant aqueux étant peu indiqué, on pourra recourir aux résines synthétiques (par exemple un film d'une résine vinylique appliqué selon la méthode thermoplastique), évitant des solutions de gomme comme le Rubber Cement, qui sont peu solides et peu durables et pénètrent dans le papier - ce qui requiert l'emploi d'un solvent pénétrant dans le support au moment où il faut les enlever.

Je me suis trouvé récemment devant ce problème: il s'agissait d'un tableau de Marc Chagall, datant de 1914, peint à l'huile sur un carton mince et qui avait été fixé sur une toile avec cette solution de gomme élastique. Ne pouvant pas recourir aux solvants pour des raisons évidentes, j'ai dû me résoudre à éliminer mécaniquement la partie du carton dans laquelle l'agglutinant s'était infiltré.

Parmi les nombreuses altérations de la peinture moderne, il en est une à laquelle on est tenté de remédier par le marouflage: c'est le cas d'une couche picturale épaisse formant des craquelures aux bords relevés.

Les tableaux de l'époque géométrique de Mondrian sont typiques pour ce genre d'altération. Or il n'est pas douteux que l'intention du peintre était d'obtenir des surfaces parfaitement planes. Le soin extrême avec lequel il exécute ses tableaux en est témoin. Toutefois la matière a trahi l'intention du peintre, car les tensions de l'épaisse couche picturale sont si fortes que, à l'endroit des craquelures, la toile trop faible ne peut pas s'opposer au mouvement de déformation: elle est au contraire entraînée par lui.

Pour remédier à cette altération, on a souvent eu recours au marouflage du tableau sur un support rigide (plaque de bois stabilisé, plaque métallique etc...) par la méthode thermo-plastique. Comme la tension de la couche picturale était très forte, on a exercé une pression sur les bords soulevés des craquelures pour réduire leur gauchissement. Par cette opération on a souvent écrasé les fines traces du coup de pinceau, substituant ainsi à l'accident naturel de la craquelure un reflet provoqué par l'aplatissement de la couche picturale à cet endroit. Pour cacher ce reflet on a retouché l'endroit, ce qui n'a fait qu'aggraver le défaut. Malheureusement on en est même arrivé quelquefois à repeindre des zones entières, avec le résultat de donner au tableau un goût de faux.

A part le fait qu'il est bien nécessaire de fixer les écailles de peinture qui pourraient se détacher, on se pose la question s'il est légitime d'intervenir dans un phénomène d'évolution naturelle de la technique adoptée par le peintre, et si nous ne devons pas accepter cet élément typique comme nous acceptons les craquelures des tableaux anciens.

Dans cette optique, il faudra revoir beaucoup de libertés que certains restaurateurs prennent avec les peintures modernes (comme par exemple de croire qu'il est légitime de repeindre entièrement un monochrome).

Vernis

Le vernissage final fait partie de la pratique de la restauration traditionnelle. Le vernis, trop souvent est chargé de recouvrir et de cacher également des réparations imparfaites. Cette opération ne peut être pratiquée avec la même routine sur un grand nombre de tableaux modernes qui n'ont jamais été vernis par le peintre, et qui présentent des parties mates à cause de la technique employée. Un vernissage total aurait pour résultat de changer l'aspect du tableau. Si cela est nécessaire, il faudra cependant se limiter à ne vernir légèrement que les parties qui doivent l'être, et respecter les parties que l'artiste a voulues mates.

Un vernissage indiscriminé est trop souvent dû à l'ignorance de l'opérateur. Connaissant la volonté expresse de quelques artistes (Braque par exemple, qui défendait de vernir ses tableaux), ou l'intention précise de quelques autres d'obtenir une surface mate (Kirchner, O.Müller, certains tableaux de Matisse), nous voudrions rappeler les grands dangers que peut avoir pour l'oeuvre d'art une opération en apparence aussi simple.

On trouve aujourd'hui dans le commerce des vernis en bombes aérosol qui offrent la tentation de la facilité de leur application. Beaucoup d'entre eux ne sont pas des vernis pour tableaux, et sont fabriqués sur la base de résines synthétiques dont il est difficile de connaître la nature et le solvent. Certaines de ces résines ont tendance à former une pellicule élastique qui subissent les tractions dûes aux changements de climat et peuvent se détacher par endroits, donnant lieu à des taches blanchâtres qui défigurent la peinture. L'enlèvement de ce film de matière synthétique devenue dans la plupart des cas insoluble, n'est pas seulement un problème technique, mais aussi un grave danger pour la peinture elle-même.

4/2

The International Council of Museums
Committee for Conservation

Conseil International des Musées
Comité pour la Conservation

Madrid: October 2-8, 1972

I. Belaya - WCNILKR, Moscow

RESTORATION AND CONSERVATION OF THE LEATHER BINDINGS OF OLD BOOKS

I. The majority of old books have leather bindings. In olden times book binding was an art as well as painting, sculpture and had its styles that reflect one or another historic epoch.

Therefore it is important to preserve the original appearance of old book bindings.

This problem is important for large-scale museums and libraries.

II. The methods which were used earlier for the restoration of vegetable tanned leather and parchment of the old book bindings were selected empirically and their results were evaluated by sight.

These methods had considerable drawbacks and shortcomings and often resulted in spoiling the materials being restored.

III. The methods elaborated by the Chemical Laboratory of the Lenin Library have scientific ground and are worked out taking into consideration the properties of restored material and its interaction with substances used for restoration.

IV. Leather is a proteinaceous substance. It contains, besides collagen which is its main part, a substantial quantity of fats and water which maintain its elasticity.

After prolonged storing leather loses a certain quantity of fat and moisture and becomes brittle and coarse, while its surface becomes covered with deep fine cracks.

Parchment leather is liable to become destorted and shrink in area and volume.

V. Decay of leather, or so-called ageing, depends not only on the chemical nature of the material, but also in a great degree on storing conditions.

At a high relative humidity of air leather has a high moisture content and is vulnerable to mould attack and decay. At a low relative humidity leather loses the moisture (dissicates), bounded with a protein - collagen that alterated its physical and chemical structure. Due to this leather loses its elasticity and becomes brittle and fragile.

Decay of leather during storage can be the result of oxidation processes due to oxygen in the atmosphere and also to effects of acids present in leather or appearing in it during storage.

VI. What is important for the preservation and conservation of leather is the care and treatment of it with fats. Oiling makes leather fibers elastic and flexible and prevents them from dissicating and sticking together.

Being oiled leather becomes more resistant to the moisture: that is the absorption and loses of moisture in leather decrease.

VII. Eventually the leather loses its fats which are absorbed by dust and partially oxides, partially evaporate.

To preserve the leather of old objects its normal fat content must be systematically treated.

VIII. Fats and oils that are easily oxidized with oxygen of air are unfit for oiling of leather of old book bindings.

The mineral oils are also unfit for it.

Lubricants based on oil of turpentine are especially harmful for leather. It is not advisable to use lanoline since the surface of leather treated with lanoline becomes sticky due to the high viscosity of lanoline and thus absorbs a lot of dust.

In addition lanoline is highly hygroscopic. Raw lanoline contains considerable quantities of organic acids.

IX. The Research Laboratory of the Lenin Library has worked out a method for softening and conserving the leather of old book bindings.

This method is based on the use of neatsfoot oil (of the best quality, National Standard 4598-49) for oiling leather.

This oil is an oiling material of high quality for oiling of vegetable tanned and chrome leathers and almost is not oxidized with oxygen of air.

A lubricant made on the basis of neatsfoot oil contains beewax, antiseptic (thymol) and antioxidant (paraoxidipheny-lamine).

Methods used for oiling of leather according to the degree of its decay are described in special instructions.

X. Adgesives have great importance in restoration and preservation of materials.

The proper selection of an adhesive is a crucial factor that decides success of restoration and future testing of an object.

The Chemical Laboratory of the Lenin Library recommend to use as an adhesive for leather binding metylolpolyamid glue PFE 2/10 of an initial concentration (23 - 24%).

XI. For strengthening decayed leather of old book bindings in the Chemical Laboratory of the Lenin Library has worked out a method in which old decayed leathers are first oiled with neatsfoot oil,

then they are treated with metylolpolyamide glue PFE 2/10: resulted surface is tanned after drying with a 2% solution of vegetable tannin (willow, sumach) and treated with a lubricant of neatsfoot oil.

For too severely decayed leather the surface of book bindings is treated not with a lubricant, but with a mixture of melted amber with neatsfoot oil (25 g of melted amber are fused with 100 g of neatsfoot oil).

Bibliography

I. Белая И.К. Авторское свидетельство № II097I; I957 г.

2. Белая И.К. "Смягчение и реставрация кожаных переплетов". Сборник материалов по сохранности книжных фондов, выпуск 3; I958 г.

3. Белая И.К. "Уход за кожаными переплетами" журнал "ЮНЕСКО" № 5-6. Май I959 г.

4. Белая И.К. "Подбор и испытание клея для реставрации кожаных переплетов и пергаментов". Сборник материалов по сохранности книжных фондов № 4; I96I г.

5. Белая И.К. "Методы укрепления разрушенной кожи переплетов старинных книг". Сборник "Сохранность книжных фондов" № 5; I966 г.

6. Белая И.К. "Methods of Strengthening the Damaged Leather of Old Bindings" журнал "Restaurator" № 2; I969 г.

Beitrag zu der Asthetik der Retusche

von Jiří J o s e f í k - Tschechoslovakei

ICOM - Lisboa - 1972

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

ich erlaube mir ihnen einen Teil meines ganzen Beitrages vorzulegen, und zwar den, welcher unmittelbar die Frage der Asthetik der Retouche betrifft.

Sie werden sicher mit mir einverstanden sein, dass die finale ~~Rukim~~ Partie der Restauratorenarbeit an einem Kunstwerk aus der vorgehenden Behandlung unmittelbar herausgeht und einen Endpunkt dazu bildet. Dieses Finale ist natürlich durch den Stand des Kunstwerkes bedingt, Stand, welcher Ergebniss der Wirkung des sogenannten Zahnes der Zeit ist.

Dabei müssen wir aber auch nicht vergessen, dass unsere Ansicht über die Asthetik der Retouche ein Endprodukt von einer langen Entwicklung ist, also, dass die Restauratoren auch durch die Zeit, in welcher sie lebten, und durch ihre Ansichten bedingt waren.

Ich möchte gern zwei Beispiele ihnen vorlegen, wie im Laufe der Zeit die Restauratoren seine Arbeit als richtig beurteilten.

Das erste Beispiel ist Dürers Rosenkranzfest, restauriert im 19. Jahrhundert, und das zweite ist die Huldigung der drei Könige von dem Magister Theodoricus, restauriert in der letzten Zeit.

Die historische Retusche im 19. Jahrhundert des Bildes "Das Rosenkranzfest" von Albrecht Dürer.

Jiri Josefik. Prague. Checoslovaquie

Albrecht Dürer malte das "Rosenkranzfest" anlasslich seiner zweiten Italienreise für die Deutsche Kapelle der Kirche St. Bartholomäus in Venedig. Deutsche, im Fondaco dei Tedesci am Canale grande sesshafte Kaufleute waren die Auftraggeber. Der Meister malte das Bild im Jahre 1506 fünf Monate lang, wie dies durch das Blatt, das Dürer auf seinem Selbst-Porträt am Bilde in der Hand halt, bezeugt wird. Er sollte 110 Rheintaler als Honorar erhalten, erhielt jedoch nur 85 Dukaten. Das Bild war bis zum J.1606 in der genannten Kapelle angebracht, als es vom kaiserlichen Sekretär Rudolf dem zweiten /II./ für 700 venetianische Dukaten erworben wurde, wobei der Kirche selbst weitere 200 Dukaten zuflossen. Das Bild wurde von acht Mannern über die Alpen auf Stangen getragen und in der Bildersammlung Rudolf des II. in Prag aufgehangt. Wahrscheinlich durch den Wechsel des ursprünglichen für das Prager Klima, - enstanden am Bilde gewisse Schäden. Im Jahre 1663 korrigierte Karel Škréta selbst dies enstandenen Schaden.

Beachtenswert sind die Feststellungen der Frau Dr. Kotrbová, dass das Bild als Eigentum der Familie Habsburg im J. 1631, als eine Besetzung Prags durch die Sachsen drohte, nach České Budějovice / Böhmisch Budweis / und später nach Wien übergebracht wurde, im Jahre 1782 wurde es wieder nach Prag zurückgebracht. Bereits in den Jahren 1718 - 1763 wurde das Bild als vernichtet bezeichnet. Als im J. 1782 die kaiserlichen Sammlungen der Prager Burg verkauft wurden, wurde das Bild vom Postoberdirektor Fillbaum für einen Gulden und 18 Kreuzer erworben. Im J. 1793 kaufte die Abtei des Prämonstratenserklosters in Strahov /Prag/ das Bild für 22 Dukaten. Dort blieb das Bild durch lange Jahre hindurch; im J. 1839 liess der Abt Zeidler das Bild durch den leitmeritzer Maler Jan Gruss restaurieren, der diese Arbeit im J. 1841 beendete.

Es ist bemerkenswert, dass in dieser Zeit auch die Tafelbilder des Meisters Theodoricus von der Burg Karlstein instandgesetzt wurden. Es war dies eine für die Klärung der Ansichten über die Restaurierung wichtige Periode. Bemerkenswert ist, dass der Restaurator František Horčička bei Gelegenheit der Restaurierung des Meisters Theodoricus den Vorschlag vorgelegt hat, dass man die Tafelbilder nur konservieren soll, aber dass man keine Ergänzungen hineinmalen darf.

Im Jahre 1934 kaufte der tschechoslowakische Staat das Bild vom Prämonstratenserkloster und es wird seither in der Nationalgalerie in Palais Sternberg in Prag gezeigt.

Wie durch Röntgenaufnahmen festgestellt werden konnte, wurde das "Rosenkranzfest" im 19. Jahrhundert arg beschädigt, die Malerei war in grossen Partien abgefallen, obwohl die starke Tafel aus Lindenholz / 161,5 x 192 cm / im grossen und ganzen kompakt geblieben ist. Die abgefallenen Stellen wurden damals verkittet und abgeschliffen und in grossem Umfange restauriert, wozu andere Bilder von Dürer als Vorbild dienten. Der Stil dieser Restaurierung entsprach sowohl in technischer als auch in künstlerischer Hinsicht der damaligen Zeit, man könnte sagen, dass derselbe die Periode des sogenannten Nazarenismus wiederspiegelte. Es ist beachtenswert, dass der Maler Jan Gruss nur die Teile, die fehlten, ergänzte und bestrebt war die Originalmalerei nicht anzutasten. An den Stellen, wo seine Rekonstruktion an die Originalmalerei grenzt, überdeckte die neue Farbe ein wenig die ursprüngliche Malarei. Sicherlich hat Gruss das Bild vor der Restaurierung gereinigt. Da er aber unterschiedliche Farben /technologisch unterschiedliche und Farben anderer Zusammentsetzung/ verwendete, kann man an einigen Stellen einen dünkleren Ton gegenüber der ursprünglichen Malerei beobachten, besonders dort, wo diese Malerei teilweise übermalt worden war. Insoweit es sich um lasierte Retuschen handelt, ist das Dünklerwerden gegenüber der Originalfarbe nur unbedeutend, pastose Retuschen wurden mehr dunkel.

Diesen Restaurierungsarbeiten wurde eine grosse Sorgfalt gewidmet. Dasselbe gilt auch für das Gefühl, mit welchem das Original behandelt wurde. Die Respektierung des ursprünglichen Autors war zu dieser Zeit - kann man sagen - ganz ungewohnt.

Die von Jan Gruss vorgenommenen Retuschen der fehlenden Teile entsprachen der Zeit und im Grunde auch seinem eigenen Stil.

Heute kann man die Restaurierung und Rekonstruktion dieses Bildes als ein historisches Dokument, und die Art und Weise als Beispiel der damaligen Restaurierungen betrachten. Man kann sich heute das "Rosenkranzfest" nicht anders restauriert vorstellen, z.B. wenn die fehlenden Teile nur durch einen neutralen Ton oder durch eine feine Schraffierungsretusche retuschiert worden wären.

Ich meine, dass trotz der eventuellen grossen Anstregung, das Ergebnis einer solchen Restaurierung für uns überraschend und vielleicht auch der Eindruck unangenehm wäre. Wir würden zwar die reine Malerei Dürers sehen, aber mehr oder weniger nur die beklagenswerte Ruine eines Bildes. Wäre dies richtig ? Es ist dies eine Frage der Ansicht, der Zeit und der Auffassung eines künstlerischen Werkes und es ist heute nicht leicht entscheiden, ob man die Rekonstruktion Jan Gruss's entfernen und eine den heutigen Tendenzen entsprechende Retusche durchführen soll.

Die heutige Ansicht bezüglich der Restaurierung, wann das Bestreben besteht das ursprüngliche Werk des Autors zu erhalten, also eher zu konservieren als zu rekonstruieren, verführt heute zu Erwagungen die früheren Ergänzungen /vorwiegend & Übermalungen/ zu entfernen und die fehlenden Teile derart zu retuschieren, um sie vom Original unterscheiden zu können; dabei sollten sie unauffällig sein und die Ursprünglichkeit des Bildes nicht stören.

Beim "Rosenkranzfest" könnten solche Retuschen erwogen werden und einige Fachleute sind der Meinung, dass den heutigen Grundsätzen und Gewohnheiten nach vielleicht die Rekonstruktionen aus dem 19. Jahrhundert entfernt werden sollten.

Auch wenn ich selbst der Meinung bin, dass Restaurierungen und Ergänzungen überhaupt nicht kenntlich sein sollten, so neige ich mich in diesem Falle der Ansicht zu, dass die Rekonstruktionen Gruss's am Bilde bleiben sollten.

Wie bereits gesagt, sind diese ein Ausdruck und ein typisches Beispiel der damaligen Zeit und der Ansicht über die Restaurierung im 19. Jahrhundert. Und gerade in solchen Fallen sollte sich das ästhetische Gefühl des Restaurierungskünstlers offenbaren, um sich entschliessen zu können, in wie weit er in das Original eingreifen soll.

Wie ich gesagt habe, wird mein zweites Beispiel einen Restaurierungsfall betreffen, in welchem man die jetzt gültigen und modernen Ansichten verfolgen kann. Es handelt sich um den Meister Theodoricus, und zwar um seine Wandmalerei "Huldigung der drei Könige".

Retusche des Bildes "Die Huldigung der drei Könige"
von Meister Theodoricus.

Jiri Josefik. Prague. Checoslovaquie

Zur Zeit Karl des IV. schuf der Meister Theodoricus mit seiner Werkstatt einen grossen, umfangreichen Bilderkomplex auf der Burg Karlstein.

Es ist dies vor allem die Ausschmückung der Kapelle des hl. Kreuzes mit einem Komplex von Tafelbildern, Wandmalereien und Malereien in Treppenhaus, in der Kirche der Jungfrau Maria und in der benachbarten Kapelle der hl. Katarina.

Dies ist ohne Zweifel das grösste Werk der damaligen Zeit was die Pracht und den künstlerischen Wert anbelangt, das bis heute erhalten ist.

Es ist sicher, dass die Werkstatt Meister Theodoricus's nicht nur auf der Burg Karlstein wirkte; man findet ihre Werke und Einflüsse auch an anderen Orten.

Vor nicht langer Zeit konnte das Bild "Die Huldigung der drei Könige" in der sog. Sächsischen Kapelle des St. Veitsdomes auf der Prager Burg aufgedeckt und restauriert werden; es lag unter einer barocken Übermalung.

Diese Benennung stammt aus der Zeit als diese Kapelle Eigentum der sächsischen Kurfürste war. In dieser Kapelle befinden sich auch die Gräber der böhmischen Könige Přemysl Otakar der I. und Přemysl Otakar der II., die Grabsteine schuf noch Peter Parler, der Baumeister des St. Veitsdomes.

In dieser Kapelle befand sich an der rechten Seite oberhalb des Sims, eine sehr undeutliche und sehr beschädigte Wandmalerei. Der heute kenntliche Teil des Bildes zeigt eine grosse goldene Krone und Reste von Wappen, wodurch die ursprüngliche ~~Malerix~~ Malerei überdeckt war. Aus den übrigen Resten konnte man vermuten, dass dort irgendwelche Gestalten sind, die vielleicht früher ganz oder teilweise übermalt worden waren, diese Eingriffe waren, wie später festgestellt werden konnte, zur Zeit Rudolf des II., etwa um das Jahr 1670 vorgenommen werden. Die ~~Malerx~~ Malerei fiel infolge des Alters ab und die Unklarheit des Bildes nahm zu.

Während der jetzigen Restaurierungsarbeiten konnte festgestellt werden, dass das Bild schon damals sehr beschadigt und die ursprüngliche Malerei in grossen Partien abgefallen war. Zur Zeit der Übermalung wurde auch der untere und obere Teil des Bildes abgekratzt. Oberhalb des Bildes war wahrscheinlich ein goldener Stern angebracht, was durch den erhalten gebliebenen Rest eines Mauerhakens vermutet werden kann. Es ist möglich, dass einige Gestalten in die Komposition der neuen Übermalung aufgenommen wurden, jedoch auch an diesen konnte man Eingriffe erkennen, die beim Abfallen der ursprünglichen Malerei mitabgerissen worden waren.

Im Verlaufe der nunmehrigen Restaurierungsarbeiten wurde das Bild auch genau untersucht. Die vom Maler verwendeten Farben wurden chemisch, einige Malereiquerschnitte auch mikroskopisch untersucht. Die interessanten Ergebnisse dieser Untersuchungen lagen in der Feststellung, dass für die blaue Farbe Lapis-lazuli verwendet worden war, weiter, dass bei der Technik der Vergoldung der Heiligenscheine die genaue gleiche Methode wie bei anderen Bildern Theodoricus's, auch seiner Tafelbilder, angewandt worden war; so z.B., dass als Unterlage der Vergoldung eine glatt und gleichmässig aufgetragene dunkle karminrote Farbe diente, auf dieser glatten Schicht eine rotbraune Masse mit einem plastischen Relief aufgeklebt wurde, darauf lag eine stärkere Folie einer Silber-Zinnmischung und erst dann folgte das Gold. Die Reste der aufgedeckten Silber-Zinnmischung wurden an der Luft schwarz. Solche plastische Ornamente erscheinen sowohl auf den Malereien der Burg Karlstein als auch in der Kapelle des hl. Wenzel /Prag/, ja mann kann sagen, dass sie sogar aus der gleichen Form stammen.

Eine beachtenswerte Feststellung war, dass die Madonna der Anna von Schweidnitz 1/ des gleichen Künstlers am Bilde in der Kapelle der hl. Katharina auf der Burg Karlstein ähnlich ist. Es handelt sich nicht nur um edinen ähnlihhen Ausdruck, sondern auch um die gleiche Art der Malerei und Pinselführung. Es ist beachtenswert, dass z.B. die Augen auch in den unteren Partien

---

1/ Anna von Schweidnitz, dritte Gemahlin Karl IV.

schwarz stark konturiert sind, was auch ein charakteristisches Merkmal des Portrats der Anna von Schweidnitz ist.

Bereits bei der Abnahme des Oberflachenschmutzes und der Übermalungen erwog ich die Art der abschliessenden Retusche. Die technische Seite der vorzunehmenden Restaurierung war klar gegeben: das Abnehmen der spateren Übermalungen und Reinigung der ursprünglichen Malerei. Es erschienen die abgefallenen Stellen, auf denen ~~dax~~ eine unterschiedliche Oberflachenschmutzschicht lag. Je nach dem Grad der Verschmutzung konnte erkannt werden, an welcher Stelle und wann die Malschicht abgefallen war.

Das Bild ist auf für das Malen durch Glätten hergerichteten Plänersteinen gemalt worden. Die unterste Schicht besteht aus irgendeiner Impragnation, einem gelbbraunen Anstrich /mikroskopisch festgestellt/ auf dem die grundlegende Komposition mittels einer schwarzen Zeichnung entworfen worden war; einige ihre Reste haben sich an den abgefallenen Stellen erhalten /Haupt des Jesukindleins/.

Ich entschloss mich, diesen grundlegenden gelbbraunen Farbton zur Vervollstandigung des Bildes zu verwenden. Spater erwies sich dieser mein Entschluss als richtig. Die verschiedene Starke der Verschmutzung, einige Stellen waren besonders stark dunkel, andere waren lichter, einige sehr lichte Stellen bildeten die Kitte in den Fugen und in den Löchern der Steine, die auch wieder verkittet werden mussten, alle diese abwechselnd lichten und dunklen Stellen wirkten störend und beeinträchtigten optisch das Ganze des Bildes.

Es war notwendig diese störenden Elemente zu unterdrücken und die ursprüngliche Malerei bei minimalen Eingriffen zu restaurieren Zum grossen Teil war es notwendig diesen neutralen Ton zu lassen, an anderen Stellen, jedoch z.B. im Hintergrund, mussten die lichten Stellen durch einen lasurierten Ton dünkler gehalten werden, andere gedunkelte Stellen wurden besser gereinigt, bezugsweise lichter neutral retuschiert, z.B. der weissviolette Schleier der Jungfrau Maria, wo die abgefallenen Stellen ganz schwarz waren. Dieser Vorgang wurde deshalb gewahlt, um die ursprüngliche Farbunterlage und ihre Patina zu erhalten.

An einigen grossen Schadstellen bleiben auf der ursprünglichen Unterlage manchmal Reste der Originalmalerei. /z.B. der pastos gemalte Bart des Königs im roten Mantel/. An anderen Stellen hatte sich die ursprüngliche Zeichnung des Bildes erhalten z.B. das Haupt, die Augen und der Mund des Jesuskindes und die Hand der Jungfrau Maria. Dies war wahrscheinlich dadurch bedingt, dass die Malerei später abgefallen war und diese Stellen nicht stärker verschmutzt waren.

Diese Retusche konnte in einigen Partien des Bildes nicht konsequent beibehalten werden, da solche Stellen die Gesamtkomposition des Bildes beeinträchtigten. Es ging hauptsächlich um den blauen Mantel des links stehenden Königs und den roten Mantel des in der Mitte knienden Königs, es waren dies in ihrer Art keine besonders ausdrucksvollen und umfangreichen Stellen. Bei der Retusche wurde ein lokaler Ton der benachbarten Umgebung ohne irgendwelche Modellierung verwendet, der die auffallend störenden Stellen in Rücksicht auf die Vereinheitlichung der ganzen Komposition ermöglichte.

An diesem Beispiel ist ersichtlich, dass man eine bestimmte Retuschenart nicht immer kompromisslos anwenden kann; mann muss viele Faktoren in Erwägung ziehen. Teils muss man die Zeit in Betracht ziehen, in der das Bild enstanden ist, weiter den Zustand und die Art der Beschädigung des ganzen Werkes und nicht zuletzt eine ästhetisch und künstlerisch geeignete Retusche, was von der Persönlichkeit des Restaurators und seinem künstlerischen Empfinden abhängt.

Der leitende Gedanke einer jeden Restaurierung sollte die Rettung - Erhaltung des Kunstwerkes, die Respektierung des ursprünglichen Künstlers sein, damit die restauratorischen Eingriffe in keiner Weise den Gesamteindruck des restaurierten Werkes stören.

Jiri Josefik. Prague. Checoslovaquie

L'ADORATION DES ROIS MAGES DE THEODORICUS

C'est une peinture murale gothique qui se trouve dans la chapelle de St. Guy au château de Prague. Cette peinture murale fut peinte par Theodoricus. A l'époque baroque, cette peinture qui était déja en mauvais état, fut totalement surpeinte: une couronne et des armoiries remplacerent l'original. J'ai commencé la restauration de cette peinture en 1965. J'ai d'abord enlevé la peinture baroque, la peinture originale était dans un mauvais état et donnait une impression chaotique. J'ai atteind une unité en prenant comme couleur le fond de la fresque. Pour certains endroits importants, j'ai retouché dans la couleur de la couche picturale.

J'aimerais montrer par cette restauration qu'il n'y a pas toujours une seule solution pour le restaurateur. Celui-ci doit rester flexible et savoir s'adapter à chaque cas particulier. Ce genre de décision dépend du sens artistique et esthétique du restaurateur. Le but principal du restaurateur devrait être avant tout la conservation des oeuvres d'art et il devrait avoir toujours le respect de l'original, afin que sa restauration n'abîme en aucune manière l'oeuvre d'art.

==========

Jiri Josefik. Prague. Checoslovaquie

Au buisson de roses de Dürer

Au cours des siècles, ce tableau de Dürer s'est terriblement abimé. Au milieu du 19e s. Jan Gruss a restauré ce tableau et l'a retouché en respectant l'original sans surpeint. Ses retouches à l'huile furent faites dans le style du 19e s. En 197o, la galerie nationale à Prgue s'est demandé si il fallait enlever les retouches de Gruss où si on pouvait les laisser. Après de nombreuses discussions on décida de laisser les retouches de Gruss pour 2 raisons. 1) si on ~~enlevai~~ avait enlevé les retouches de Gruss, il ne serait resté qu'une ruine.

2) Ces retouches sont un bon exemple de retouches faites au 19e. s. et en même temps elles sont un exemple de documentation ~~primaire~~ primaire.

The International Council of Museums - Committee for Conservation

Conseil International des Musées Comité pour la Conservation

Madrid: October 2-8, 1972

A.A. Zaitsev - Moscou

CHÂSSIS

Il y a quelques années le VZNILKR (Laboratoire central d'études pour la conservation et la restauration des biens de musée) avait terminé les recherches sur les châssis traditionnels au point de vue de leur construction.

Point n'est besoin de démontrer que le châssis présente une base principale du tableau et que ses propriétés constructives ainsi que les qualités de sa confection exercent une grande influence sur la conservation de l'oeuvre pendant toute sa vie.

Au cours des examens il y a eu besoin de déterminer des valeurs de charges, qui agissent sur tout le système du châssis et sont provoquées par le jeu des tensions de la toile sur un châssis; en outre les endroits les plus vulnérables, dont la dégradation pourrait mettre un châssis hors de service, ont été révélés.

Afin de déterminer les charges on a construit un dispositif spécial, sur lequel le châssis a été remplacé par des lattes, destinées à fixer la toile, et puis ces lattes ont reçu une charge déterminée, qui faisait tendre la toile dans le sens de la chaîne ainsi que dans celui de la trame.

La tension de la toile lors de cette opération a été menée jusqu'à la tension propre au tableau des mêmes dimensions. Le degré de tension de la toile était mesuré par la flèche de la toile soumise à l'épreuve, en mettant au centre de cette dernière un poids déterminé.

Lors de cette expérience nous avons réussi à déterminer la charge qui agissait sur chaque centimètre de longueur de la latte du châssis.

Ensuite ont été faits les calculs de contrôle. On considérait chaque latte du châssis comme ayant les extrémités non-fixées. Les efforts provoqués par la tension de la toile ont créé une flexion.

Les résultats des examens effectués ont permis de constater que la structure du châssis à clé traditionnelle a une série d'inconvénients: les joints des lattes ne sont pas rigides et c'est pourquoi celles-ci ne forment pas un rectangle correct lors de la tension de la toile et peuvent se gauchir facilement dans le sens diagonal; en outre le châssis ne peut pas assurer en mesure suffisante une surface plate de la toile, en raison de la présence inévitable d' ouvertures dans les joints à clé mobile, dont l'exécution exige une grande précision.

Ce sont les causes qui provoquent la formation de plis et d'irrégularités sur la surface de la toile. En raison du procédé de fixation de la toile sur châssis au moyen de clous, celle-là se trouve déchirée par ces clous et rouillée, tandis que le châssis se fend, surtout dans les joints angulaires des lattes; ce procédé empêche en outre le montage et démontage rapide de la toile au cours des travaux de restauration. En pratique, toute tension successive de la toile sur son châssis provoque sa détérioration assez importante. De plus, si l'on utilise les clous et les taquets, la peinture subira inévitablement des secousses innombrables causées par un martelage lors de la tension de la toile, qui exerceront des effets néfastes sur la conservation de l'oeuvre.

L'inconvénient essentiel des châssis d'aujourd'hui réside dans le fait que pour assurer une tension normale de la toile d'un tableau, on emploie des tenailles spéciales de construction différente, qui provoquent des tensions assez importantes sur une partie relativement étroite de la toile; ces dernières sont extrêmement néfastes pour la conservation du tableau, parce qu'elles entraînent une surtension et des déformations résiduelles des fils de la toile, ainsi que des dégâts de la préparation et de la couche picturale, et leur détachement du support.

Cette surtension locale des fils de la toile, à laquelle est soumise chaque partie de cette toile, dépasse de cinq-dix fois la tension nominale, déterminée par une voie d'expérience, et qui se produit au cours d'une exposition prolongée des tableaux et leur conservation dans des réserves.

Dans la liste des inconvénients propres aux châssis traditionnels il convient d'incorporer encore les suivants:
1) une petite surface de contact des taquets, ce qui provoque un serrement et une déformation résiduelle du ligneux du bois des lattes et des taquets et réduit l'efficacité de la tension de la toile;
2) une petite surface de joues sur l'extrémité des lattes, qui travaille pour fendage, gauchissement et torsion, ce qui provoque l'apparition de cassures le long de la latte;

3) lors de la tension de la toile, les joints ouverts des lattes entraînent le tour des lattes le long de leurs axes longitudinales vers le côté de la toile; plus est ce tour, plus est la tension, ce qui provoque la surcharge complémentaire des joues des lattes, déjà faibles sans cela;
4) E tant donné les extrémités libres de chaque latte du châssis sur lesquelles est fixée la toile, la flèche due à la tension de la toile atteint une valeur importante, ce qui impose la mise sur place d'une traversée pour qu'elle puisse reduire la torsion de la latte et résister au gauchissement diagonal du châssis;
5) les traverses de croix des châssis actuels, surtout celles de grande dimension, ne possèdent pas une réserve suffisante de la résistance à la flexion longitudinale.

En tenant compte de tous les inconvénients énumérés, on peut conclure que la structure moderne du châssis n'est pas rationnelle au point de vue de résistance des matériaux. De plus, elle a un nombre de défauts de construction et d'exploitation. C'est pourquoi la construction du châssis à base d'une carcasse rigide, munie d'un dispositif de tension spécial s'est imposée. Une telle construction a été élaborée par N.D.Belitckov/patente N 188787 kl75c. 18 et N 184665/. Le principe de ce châssis est le suivant: sa carcasse présente une construction rigide, capable d'assurer strictement les valeurs données des angles du châssis, ainsi que la surface de contact avec la toile; elle peut être construite pas seulement d'un bois, mais aussi d'un duralumin profilé cornière ou d'une matière plastique. S'il s'agit de carcasses de petites dimensions, faites de profilé cornière, on fait joindre ces éléments par soudure. Les carcasses de grands gabarits ont une construction montable-démontable, qui consiste en éléments spéciaux transportables, joints au moyens de boulons, qui permettent de réaliser un montage et démontage rapide et à plusieurs reprises des carcasses des châssis, sans changement de leurs dimensions et des parties matérielles.

Grâce à la présence d'angles rigides dans les carcasses il n'est plus indispensable de mettre les traversées et les poussées dans la plupart des châssis, fabriqués avec des éléments très souples.

Afin de fixer la toile sur la carcasse on se sert de lattes de duralumin de section carrée, dont la longueur doit correspondre à celle de ses bords. On enveloppe ces lattes (1,5-2 tours) dans les bords de la toile à tendre, et on les met dans les rainures des fermetures, qui sont montées sur les doigts, fixées du côté revers de la carcasse.

La tension de la toile sur un châssis s'effectue au moyen de vis, vissées dans les fermetures. Quand la vis tourne, la fermeture avec la latte remise au-dedans se déplace le long du doigt, s'éloignant de la carcasse, et par cela fait tendre la toile. Les détails du dispositif de fixage et de tension sont standardisés pour les châssis de toutes dimensions, quelle que soit la structure de la carcasse.

Grâce à une structure rigide de la carcasse, le châssis présente les avantages suivants:

1. Le châssis ne se gauchit pas, la forme et les dimensions de ses angles ne changent pas lors de la tension;
2. La surface plate du tableau reste stable, ce qui exclue l'apparition de plis et d'autres irrégularités sur la toile;
3. Les dimensions constantes de la carcasse assurent des ouvertures constantes entre le châssis et le cadre d'un tableau;
4. La surface de section des éléments de la carcasse est quelques fois inférieure à celle des lattes du châssis traditionnel, ce qui réduit sensiblement le poids général du châssis et le rend plus économique;
5. Une plus longue durée de service de la carcasse, grâce à l'absence de dégâts techniques, qui se produisent dans une vieille construction lors de la fixation de la toile à l'aide de clous.

Le procédé de fixation de la toile au moyen de lattes, enveloppées dans ses bords et mises dans les rainures offre les avantages suivants:

1) La possibilité de réaliser la fixation à plusieurs reprises;
2) Grâce à l'absence de clous, les dégâts mécaniques de la toile se trouvent éliminés;
3) Le montage et démontage rapide et commode de la toile sur le châssis;
4) La nécessité de clous, qui pourraient nuire à la peinture s'écarte aussi;
5) Une bonne conservation des bords enroulés de la toile.

Tous ces faits assurent une meilleure conservation des oeuvres d'art.

Le procédé de la tension à vis présente aussi un nombre de avantages:

1) Une tension uniforme et facile;

2) Un réglage précis et une possibilité de relâchement de la tension;

3) Une méthode de tension facile, commode et rapide;

4) Une absence de secousses lors de la tension;

5) Une absence de surtensions dans les parties séparées de la toile.

Actuellement l'Ingénieur N.D.Belitchkov continue à perfectionner cette construction du châssis.

Lors d'une des séances de l'Académie des Beaux-Arts la motion sur la mise en application du châssis de cette construction a été adoptée. Pour réaliser ce but, une fabrication industrielle de ses détails est assimilée par le Combinat d'Etat de production artistique.

Les châssis comme ceux que l'on a exposés plus haut ont déjà trouvé leur application dans la pratique de restauration, cependant, en raison d'une tradition, les châssis de vieille construction sont d'usage plus fréquent.

Afin de modifier, dans la mesure du possible, la vieille construction, le Laboratoire a élaboré l'instruction, suivie du tableau, selon laquelle on peut faire le châssis, dont les lattes et les détails sont conformes à ses gabarits.

Untersuchungen zur Maltechnik Lucas Cranachs

an der Nothelfer-Tafel in Torgau

Dieser Beitrag soll zum Cranach-Jubiläum, dessen 500. Geburtstag in der Deutschen Demokratischen Republik durch mehrere Ausstellungen gewürdigt wird, mithelfen, das Verständnis für seine maltechnische Arbeitsweise als Voraussetzung für die künstlerische Bildkonzeption zu fördern. Damit wirkte er als Vorbild, anregend für viele Maler im 16. Jahrhundert.

Auf der doppelseitig bemalten Tafel in der Marienkirche von Torgau werden vorderseitig die 14 Nothelfer und rückseitig die Halbfiguren von Christus als Schmerzensmann mit zwei Engeln in einem ovalen Feld dargestellt. Die Nothelfer wurden vor einem schwarzen Hintergrund als Halbfiguren oder Köpfe mit ihren Attributen angeordnet. Die Heiligen sind: Christophorus als Zentralfigur, Barbara mit Turm, Margarethe mit Drachen, Erasmus als Bischof mit Winde, Cyriacus mit dem Höllendrachen und dem Exorzismusbuch, Vitus mit Hahn, Aegidius mit Hirschkuh, Dionysius, seine Mitra mit beiden Händen haltend, Blasius mit Kerze, Pantaleon mit auf den Kopf genagelten Händen, Georg in Rüstung mit Drachenhaut, Eustachius mit Hirschgeweih, Achatius mit Dornenrute und Mauritius mit Rüstung und weißem Banner. Die üblicherweise zur Schar der weiblichen Nothelfer gehörende Katharina wurde gegen Mauritius als örtlichen Heiligen ausgewechselt.

Das Gemälde galt bisher als Predellentafel eines Altares und wurde mit dem sog. Torgauer Fürstenaltar von 1509 (oder Frankfurter Sippenaltar, Städelsches Institut) entstehungsgeschichtlich in Verbindung gebracht.

Während der Instandsetzung der Tafel wurden bei den maltechnischen Untersuchungen neue Kriterien für ihre Beurteilung gewonnen. Werner Schade bezeichnet die Entstehungszeit "wohl noch vor dem Katharinenaltar von 1506".[1] Damit rückt die Tafel in das erste Wittenberger Jahr Cranachs. Auf Grund seiner Massverhältnisse stellt das Gemälde sehr wahrscheinlich ein selbständiges Tafelbild dar. Die Darstellung des Untersuchungsergebnisses ist für die

genannte Neudatierung zugleich als Methode für die Gemäldeforschung von allgemeinem Interesse.

Holzträger Die Tafel besteht aus 13 Lindenholzbrettern, deren Breiten von 4,4 bis 13,3 cm bei sehr dichter Fuge senkrecht verleimt wurden. Weder Dübel noch Werg wurden als Fugensicherung verwendet. Die Stärke der Bretter schwankt zwischen 0,8 und 1,0 cm. Weitgehend wurden Mittelbretter verwendet, wobei Splintkanten besonders in der rechten Bildhälfte den Anobienbefall begünstigt haben. Die Oberfläche der Tafel ist mit dem Hobel geglättet worden. Auf der Vorderseite liegt oberhalb auf der Mitra des Dionysius eine etwa 6 cm lange Vertiefung, die von der Grundierung nicht vollständig ausgefüllt wurde. Hier muß also das Holz ungenügend geglättet worden sein. Als Merkmal zur Holzbearbeitung kann eine 2 x 2 cm große Holzplatte (im Gesicht des Erasmus) bewertet werden. Vermutlich ist damit ein Astansatz ausgewechselt worden. Die Tafel ist also mit großer Sorgfalt holztechnisch gearbeitet worden. Ihr Format beträgt 84,3 x 117,7 cm und wurde in jüngerer Zeit allseitig geringfügig beschnitten.

Grundierung Die beidseitige Grundierung mit Kreide-Leim-Schichten erfolgte nach Vorbehandlung des Holzes mit Leim. Da die Grundierung nicht bis an die Tafelränder geht, ist die Tafel sehr wahrscheinlich während des Arbeitsganges von einem Behelfsrahmen umgeben gewesen. Dadurch wurde dem Verziehen der Holzfläche entgegengewirkt. Dieser Rahmen blieb bis zum Auftragen der Farbe an der Tafel. Die Malschicht liegt über den wenig nach oben stehenden Rändern der Grundierung und auf den ungrundierten Rändern des Holzes. Zusätze zur Grundierung wie Gips oder Bleiweiß befanden sich nicht in den Materialproben.

Die geglätteten Grundierungsflächen erhielten eine Leim-Isolierung, sodaß ein leicht gelblich getönter Malgrund ohne eigentliche Imprimitur entstand. Auf diese sind dann die Konturen und Binnenstriche der Vorzeichnung in schwarzer Farbe aufgetragen worden. Diese Vorgänge können durch Infrarotaufnahmen auf den Bildpartien, die für die Infrarotstrahlen durchlässig sind, sichtbar gemacht werden.

Vorzeichnung Die Vorzeichnung wurde [2] mit dem Pinsel zügig hingeschrieben, wobei die Konturlinien der Gesichter und die Faltenangaben sowohl aus lang durchgezogenen Pinselstrichen als auch von kurzen, die Form suchenden Strichen gebildet werden. In dieses Gerüst der Striche modelliert Cranach mit breitem Pinsel und verdünnter Farbe dann die Schatten. Teils durch parallele Strichlagen, teils durch Streifen mit flächig aufgetragener Farbe betont er die plastische Form. Licht- und Schattenpartien der Gewänder und der Gesichter erscheinen auf den Infrarotaufnahmen dadurch räumlicher als in der Malerei. Aufgelockert werden die Übergänge zu den Haarpartien und an den Bartgrenzen durch eine Anzahl von kreisförmigen Pinselstrichen, mit denen nur die Randpartien, nicht die Flächen der Haare, markiert werden. Als Beispiel dafür gilt besonders das Gesicht des hl. Aegidius. Oftmals überschneiden sich die breiten Strichlagen mit den Kurven der Locken.

Wie auch auf der Rückseite der Nothelfer-Tafel tritt der gleiche Pinselduktus in den Infrarot-Aufnahmen vom Katharinenaltar auf. Es fehlen aber die breiten Schattenlagen.

Der Vergleich zwischen diesen Vorzeichnungen für die Malerei mit einer Handzeichnung Cranachs, der sich anbietet, führte bisher noch zu keiner überzeugenden Formulierung, mag es auch daher kommen, daß bisher nur wenige Gemälde in Infrarotaufnahmen ausgewertet werden konnten. Da diese lavierende Technik bei der Vorzeichnung bisher nicht wieder auf einem Gemälde Cranachs beobachtet werden konnte, verdient sie besonderer Beachtung.

Vergoldung Es wurden in der Regel die für die Vergoldung bestimmten Flächen einschließlich der Faltenangaben in die Grundierung mit einer Ritzung gegen die Malflächen abgegrenzt. Vergoldet wurden: das Gewand des Christophorus, die Dalmatika des Cyriacus und der Gewandteil des Georg, die Streifen an den Mitren der drei Bischöfe Erasmus, Dionysius und Blasius, die Kugel mit Kreuz vom Christusknaben, die Flamme der Kerze des Blasius und die Augen des Drachens. Auf diesen Flächen ist Blattgold in der Technik der Mattvergoldung direkt auf den Grund gelegt worden. Auf der Haube des Eustachius wird der Goldfarbton durch braune Striche weitgehend verändert. Ob Leim- oder Ölvergoldung vorliegt, konnte nicht

geklärt werden. Auf den vergoldeten Flächen wurden die Faltenstriche in hellbrauner Lasurfarbe, ohne die eingeritzten Formen der Binnenfalten zu berücksichtigen, aufgetragen. An einigen Stellen deuten Fingerabdrücke darauf hin, daß die Lasurfarbe mit den Fingerspitzen verrieben wurde. Das schwarze Granatapfelmuster auf dem Gold hat Cranach in Verbindung mit den schwarzen Konturstrichen an den Händen und Gewandsäumen als letzten Malvorgang aufgetragen.[4)]

Die Vergoldung hat nicht nur ihre Bedeutung von der Bildidee zugewiesen bekommen, sondern ihre Verteilung auf der Malfläche hängt auch von dem Format der Tafel ab.

Es fällt beim Vergleichen der Bildformate Cranachs aus dem ersten Jahrzehnt des 16. Jhs. auf, daß die Nothelfer-Tafel das einzige ausgeprägte Querformat darstellt. Die Mitteltafeln der Klappaltäre in Dresden und Dessau kommen im Format dem Quadrat nahe oder sind Hochformate. Durch die Anordnung der Nothelfer in Form von Halbfiguren und Köpfen gelingt es Cranach, das breite Format so dicht zu füllen, daß für die Gestaltung des Hintergrundes mit dem sonst üblichen Landschaftsmotiv keine zusammenhängende Fläche bleibt. Den Bildhintergrund mit dem bisher verbindlichen Gold zu bedecken, war schon seit dem Aufkommen der Grisaille-Malerei im 15. Jh. aus der Mode gekommen. Obwohl also der Goldhintergrund, der sich in der Bedeutung und im Vorstellungsbereich für die Heiligenfiguren anbot, nicht gewählt wurde, sondern Cranach auf das bisher wenig verwendete Schwarz gekommen ist, scheint er aber noch dem Gold als lichtreflektierender Fläche und als Träger von irrationaler Bedeutung verpflichtet zu sein.[5)] Er vergoldet daher einen Teil der Gewänder mit einem malerischen Gefühl für dieses Material und teilt somit dem Gold die Bedeutung einer Farbe zu. Bei den Gewändern wird keine Materialimitation in Form von Brokat angestrebt, sondern nur in malerischer Weise versucht, ein großflächiges Granatapfelornament über eine vergoldete Fläche wie ein Netz zu legen Die schwarze Pinselzeichnung der Muster steht unabhängig von dem Verlauf der Falten in keinem Bezug zu einem realen Textilstück. Es fehlen die Angaben der Goldfäden, wie sie z. B. sehr gewissenhaft bei den Preßbrokatmustern in der den textilen Vorbildern angenäherten Brokatimitationen ausgeführt wurden. Vergleicht man die Aufteilung der vergoldeten Flächen mit den Farbpartien, so

fällt die ausgewogene und wohlüberlegte Verteilung des Goldes auf, und die Vorstellung, diese Teile damit in die vordere Bildebene zu rücken, wird als bewußtes Bemühen deutlich.

Malschicht Die Abfolge der Malvorgänge der Buntfarben werden im Schräglicht in treppenförmiger Anordnung ablesbar.

Beginnend mit den Inkarnatpartien, dann die Haarflächen einbeziehend und sich auf die Gewandteile ausdehnend, werden die einzelnen Bildgegenstände in einem Farbton von mittlerer Intensität und Helligkeit in transparentem Auftrag angelegt. Naß in naß erfolgt das Modellieren der plastischen Form mit dunkleren Schattentönen und hellen Lichtflächen. Auf diese Weise hat Cranach die Flächen von gleicher Farbe auf den Figuren abschnittweise fertig gemalt. In der Regel kommt er mit drei Farbnuancen für eine gleichfarbige Farbfläche aus. Als Abschluß der Malerei wurden das Schwar des Hintergrundes und die feinen weißlichen Haarstriche sowie die gelbliche Zeichnung der Nimben in verhältnismäßig magerer Farbe aufgetragen.

Für das Naß-in-Naß-Malen sprechen außerdem Merkmale, die in den Röntgenaufnahmen deutlich sichtbar werden. Es liegen z. B. auf den Rüstungen weiße Striche, die die darunterliegende Farbfläche kreuzen. Diese hat noch in weichem Zustand dem Pinselstrich nachgegeben wie es an dem eisernen Halskragen des Eustachius am linken Bildrand ablesbar ist. Hier verläuft die Pinselstruktur der Farbschicht vom Hals ausgehend in Richtung der Schultern und der Brust. Die weißen Striche der Kanten von den Halsringen überschnei den im rechten Winkel die Farbschicht, die der Pinselbewegung ausgewichen ist und neben dem weißen Strich einen leicht erhöhten Rand gebildet hat.

Um die Maltechnik Cranachs belegen zu können, sind Röntgenaufnahmen und Farbanalysen angefertigt worden. Farbproben von den Rändern der Tafel entnommen, ergaben bei den Partien in Rot die Verwendung von Krapplack mit Bleiweißanteilen, in Grün eine Mischung aus Grünspan und Blei-Zinn-Gelb, die vermutlich mit halbtransparenten Lackschichten überzogen wurden.[6)]

Aus den Röntgenaufnahmen, die bei einzelnen Bildausschnitten auch im Stereoverfahren gemacht wurden, kann die Verwendung von Mischfarben für die Inkarnate gedeutet werden. In den Aufnahmen der Köpfe z. B. von Pantaleon und Blasius scheint die Oberflächenhelligkeit der Gesichtspartien weitgehend ihr "Licht" von der Helligkeit der Grundierung zu erhalten. Der erste Lokalton für die Gesichtsfarbe liegt also wie eine Lasur über der Grundierung. (Durch die nachlassende Intensität der Farbe wurde im Laufe der Jahrhunderte die Vorzeichnung erkennbarer.) In Mischfarben, deren Pinselstriche an den Nasenrücken, an den unteren Augenlidern, an den Jochbeinen und den Mund- und Kinnpartien als dünnes Helligkeitsgerüst in Erscheinung treten, hat Cranach die Gesichter in einem Arbeitsgang gemalt. Nur die Haarstriche an den Augenbrauen und an den Lidern werden später aufgesetzt, ebenso wie die schwarzen Konturen, die die Lippen und die Form der Fingernägel betonen. Als letzter Arbeitsgang an den Köpfen werden die hellen Haarstriche als kreisförmige Locken aufgemalt, die dadurch das Haar des Engels auf der Rückseite der Tafel plastisch vor der schwarzen Farbe des Hintergrundes abheben. Diese Haarstriche, die Bleiweiß enthalten, erscheinen auf der Röntgenaufnahme. Ebenfalls deutlich läßt sich auf diesen Aufnahmen die Grundierung ablesen. Als breiter Pinselstrich verläuft sie im allgemeinen diagonal unter den Konturen der Figuren. Die Grundierung enthält kein Bleiweiß, wird aber durch die Röntgenstrahlen als negative Form abgebildet, weil die bleiweißhaltige Farbe in das Relief der Pinselstrukturen eingedrungen ist. Dasselbe maltechnische Bild liegt bei den Röntgenaufnahmen des Katharinen-Altars vor.

Der dargestellte Malschichtaufbau gilt für beide Seiten der Nothelfer-Tafel und kann an einigen Stellen, an denen sich die Farbschichten nicht überdecken, überprüft werden, so z. B. am Chr des Christophorus, am Hinterkopf der Margarethe und am Kopf des Georg Dort liegt die hellgelbliche Grundierung nur von einer Farblasur überzogen vor, sodaß die Tiefe der Farblagen abzulesen ist.

Das gesamte maltechnische Bemühen Cranachs, das auf eine sorgsam und sicher angelegte Bildidee gegründet ist (ohne Änderung der Malerei gegenüber der Vorzeichnung), und die ausgewogene Komposition ist für die Darstellung der Nothelfer charakteristisch. Der Anordnung der Figuren liegt ein Konstruktionsschema zugrunde, das aus sich kreuzenden, parallel verlaufenden Linien aufgebaut ist. Dadurch gelang es Cranach, auf einer begrenzten Fläche die 14 Figuren mit ihren Attributen unterzubringen. In der malerischen Ausführung liegt bei den Köpfen der einzelnen Heiligen der Grundtyp eines Gesichtes mit hoch ansetzender grader oder leicht gebogener Nase und einer gleichförmigen Augenzeichnung vor. Die Köpfe wurden mit verschiedenen Blickrichtungen gemalt. Mit dieser Vorstellung des "Gruppenbildes" von den Nothe-lfern verläßt Cranach den Bereich der üblichen Darstellungen dieses Themas.(Auf einer Tafel aus dem frühen 16. Jh. im Halberstädter Dom stehen die Nothelfer aufgereiht als Ganzfiguren nebeneinander.) Es wurde bei der Torgauer Nothelfer-Tafel eine Anordnung der Figuren vorgenommen, die vergleichsweise bei den Gruppenaufnahmen in der Fotografie gilt . Der Eindruck des Im-Raum-Stehens einer Gruppe, die sich malen läßt, wird verstärkt durch das Spiegeln der quadratischen Fensterscheiben auf dem Helm des Mauritius.

Das Licht der Beleuchtung fällt von links auf die Gruppe. Da keine Schlagschatten gemalt werden, muß sich der Beschauer eine Lichtquelle mit diffusem Licht vorstellen. Die Körperschatten sind klein und verhältnismäßig hell gehalten worden. Die Darstellung bleibt flächig, es wird nur eine geringe Raumtiefe erzielt. Diese Vorstellung kommt auch auf der Rückseite der Tafel - Christus als Schmerzensmann - zum Ausdruck.

Das Format der Figuren auf früheren Gemälden ist viel kleiner als auf der Torgauer Tafel, auch erscheinen die Köpfe hier größer als auf dem Katharinen-Altar. Die Kopfgrößen beider Gemälde sind aber fast im gleichen Format ausgeführt worden, nur die dicht gedrängten Figuren der Nothelfer täuschen darüber hinweg.

Dagegen wurden die Köpfe auf dem Dessauer Fürstenaltar in doppelter Größe gemalt. Außerdem ist in den Röntgenaufnahmen von diesem Altar die Verteilung der Malschicht in breitflächig modellierter Form innerhalb der Gesichter gegenüber dem Torgauer Gemälde bemerkenswert.[7)]

Der von der Kunstgeschichte hervorgehobene Einfluß der niederländischen Reise in Cranachs Werk spiegelt sich auch in der Maltechnik wieder.

Nach dem Überblick über den maltechnischen Aufbau der Nothelfer-Tafel ist die charakteristische Ausprägung der Mischfarbentechnik für Cranach belegt. Indem er diese Technik anwendete, gelang es ihm, die mittelalterliche Schichtenmalerei abzukürzen und den Bildaufbau der malerischen Intuition und der damit verbundenen Korrektur anzupassen. Diese für jene Zeit neue Maltechnik kam in der bravourösen Beherrschung der rasch ansteigenden Bildproduktion der Cranach-Werkstatt entgegen.[8)]

Anmerkungen

(I) Werner Schade, im Katalog "Deutsche Kunst der Dürerzeit", Dresden, 1971. S. 102

(2) Vom Verfasser wird der Ausdruck "Vorzeichnung" statt des Begriffs "Unterzeichnung" verwendet, obwohl vor Jahren für die von der Malerei verdeckten Zeichnung auf der Grundierung dieser Ausdruck von Bernhart Degenhart eingeführt wurde. Die Wortbildung "Unterzeichnung" hat sich in der Fachterminologie noch nicht eingebürgert. Sie gehört zum Bereich der Vorzeichnung.
Definition bei: J. Taubert in seiner Dissertation: Zur kunstwissenschaftlichen Auswertung von naturwissenschaftlichen Gemäldeuntersuchungen. Marburg, 1956, S. 43 ff.

(3) Im Gegensatz zur Torgauer Tafel liegen beim Katharinenaltar mehrere Korrekturen in den Köpfen gegenüber der Malerei vor, so bei den Köpfen der Barbara, Ursula des linken Flügels und bei der Agnes des rechten Flügels, sowie rechts unten auf dem Mittelteil des Altars. Diese an anderen Cranachgemälden bisher nicht beobachteten Änderungen in der Vorzeichnung gegenüber der ausgeführten Malerei bedürfen weiterer maltechnischer Untersuchungen im Hinblick auf die unterschiedliche malerische Ausführung des linken und rechten Flügels.

(4) Auf der Rückseite der Tafel sind die Zwickel des ovalen Feldes in derselben Technik vergoldet worden, wie sie für die Vorderseite beschrieben wurde. Allerdings wurde durch eine dunkle Lasur der Glanz des Goldes stark gemindert. Die Fehlstellen in der Falschicht entstanden durch frühere Stabilisierungsmaßnahmen an der Tafel, indem dafür die Flächen für die Leimstellen mit dem Zahneisen aufgerauht wurden.

(5) Nach dem bisherigen Überblick treten die schwarzen Bildhintergründe in der niederländischen Malerei der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts auf, z.B. Jan van Eyck, Mann mit 1422, London, bei van der Weyden und bei Campin. In der deutschen Malerei erscheint das Schwarz erst gegen Ende des 15. Jh.

Der schwarze Hintergrund taucht bei Cranach außer auf der Rothelfertafel zuerst auf den Außenseiten der Flügel des Katharinenaltars von 15[illegible]6 auf. (Zum Vergleich dient die Kopie des Altars von Daniel Fritsch von 1586 in Wörlitz.)

(6) Die Farbuntersuchungen führte Dr. H. Kühn vom Doerner- Institut in dankenswerter weise durch.

(7) In den Röntgenaufnahmen der Köpfe des Fürstenaltars in Dessau zeigt die Krakeleebildung im Inkarnat, daß sich durch den Überschuß vom Bindemittel Frühschwundrisse gebildet haben. Dieses Zeichen für die Naß-in-Naß- Maltechnik tritt im Verlauf des Trockenvorganges auf. Die Haarpartien sind auch hier im Lokalton lasierend vorgestrichen worden und zeigen in den hellen Stellen ebenfalls Frühschwundrisse.

(8) Vergl. dazu Eberhard Rühmer in : Cranach, Köln, 1963. S. 5. "Er (Cranach) scheint seinem Stil nach völlig unprogrammgemäß in seiner Zeit zu stehen, ja, man hielt ihn früher für einen eigensinnigen, rückwärts gewandten Traditionalisten, einen verspäteten Gotiker".

The International Council of Museums - Committee for Conservation

Conseil International des Musées - Comité pour la Conservation

Madrid : 2 - 8 octobre 1972

M.N. Alekseeva - Moscou

RENTOILAGE A LA COLLE D'ESTURGEON

En pratique de restauration de l'URSS la méthode de rentoilage à la colle d'esturgeon est celle la plus répandue. Autant que je sache, on ne l'emploie pas dans les autres pays.

La colle d'esturgeon appartient aux colles de glutine; parmi les colles d'origine animale elle est la plus durable et la plus élastique. Depuis longtemps les peintres ont commencé à encoller les tableaux avec des colles de glutine. La colle d'esturgeon n'entre pas aux réactions chimiques avec la couche picturale et la toile d'un tableau; elle assure la réversibilité des opérations de restauration - elle est hydrosoluble et ces propriétés restent sans modifications au cours des siècles.

Dans les ateliers de la conservation et de la restauration divers de l'URSS la méthode de rentoilage varie sensiblement. L'année 1962 notre Laboratoire avait proposé aux divers ateliers de la restauration d'effectuer l'opération de rentoilage des échantillons envoyés.

Les tests de décollage des échantillons doublés ont revélé que la toile originale et la toile de rentoilage se sont encollées d'une manière irrégulière; dans certains échantillons les parties encollées ne dépassaient pas 30% de toute la surface. On a constaté que le décollage des échantillons dans des zones encollées se produit le plus souvent le long de la ligne pellicule de colle - toile de rentoilage, dû à l'adhérence trop faible entre la pellicule de colle et cette toile.

Il semble que les causes d'un tel encollage inégal il faut chercher dans la non-observation des principes de base de l'opération de l'encollage. La condition essentielle d'un bon encollage - c'est un contact bilatéral d'adhésif avec les

deux surfaces des toiles, entre lesquelles il doit remplir tout l'espace, ainsi qu'une conservation de ce contact jusqu'au durcissement de l'adhésif. L'épaisseur de la couche de la colle ne doit pas dépasser celle, qui est nécessaire pour ce contact, parce que plus mince est la couche de colle, plus solide est le collage. Toutefois, la couche trop mince n'assurera pas un contact nécessaire, ce qui produira donc un collage pas complet et peu solide.

Afin d'examiner un effet de la pression sur le contact des surfaces lors du rentoilage on a effectué l'expériment suivant: le tableau, dont le revers était couvert d'une couche de colle fluide, a été posé sur une vitre, à travers laquelle on pouvait voir que la pression, exercée par le fer à repasser, n'assure pas un contact complet entre la vitre et la pellicule de colle, appliquée sur la toile, et seulement un frottage au moyen de tampons, paumes et tortillons a permis d'obtenir une nouvelle répartition de la matière de l'adhésif, après quoi les deux surfaces se sont trouvées étroitement liées l'une à l'autre. Cependant, la pression, exercée par les tortillons et tampons, ainsi que par les fers à repasser, n'agirait pas constamment jusqu'au durcissement de la colle, et c'est-là la cause principale d'un collage pas complet des surfaces lors du rentoilage. Dans ces conditions la force d'adhérence de la colle et la durée de sa gélatinisation ont une grande importance. Une solution de colle d'esturgeon à petites concentrations est caractérisée par une gélatinisation de longue durée, mais sa force d'adhérence est si petite, qu'elle ne peut pas assurer un collage uniforme. La force d'adhérence augmente à mesure d'élévation de la concentration de la solution de l'adhésif, tandis que la durée de la viscosité inversément s'abaisse et la colle se gélatinisérait avant que les deux toiles se soient liées. L'addition du miel fait augmenter la durée de gélatinisation de la colle d'esturgeon, de même que sa force d'adhésion. Les autres propriétés de la colle d'esturgeon aussi se trouvent améliorées par cette addition; ainsi sa capacité de pénétration dans la toile s'augmente, l'adhésion entre la colle et la toile s'élève, la dureté de la pellicule de colle se réduit. Il faut cependant noter une série de propriétés insouhaitables, qu'un adhésif acquiert par l'addition du miel: le processus de séchage devient plus lent, la température de fusion de gelée de colle s'abaisse, l'élasticité augmente extrêmement, bien qu'elle se réduise au cours du vieillissement.

Nous avons examiné la capacité de pénétration de l'adhésif à travers la toile, utilisant une méthode connue d'application d'une goutte de colle sur la toile, tendue en plusieurs couches sur une planchette. On a constaté que le miel ne favorise pas la pénétration de l'adhésif. Le parement et les apprêts sont difficiles à humecter, ils empêchent la pénétration de l'adhésif dans la toile et font diminuer une cohérence entre l'adhésif et la surface de la toile. Etant donné une grande capacité d'absorption de la toile sans parement (dépourvue de l'apprêt), il faut l'apprêter à nouveau avec la colle d'amidon et ce n'est qu'après cela qu'on peut appliquer sur elle la couche de la colle d'esturgeon.

Nous estimons inadmissible la pénétration de l'adhésif à travers la nouvelle toile de rentoilage. Les tensions internes de la toile imprégnée de la colle augmentent et provoquent un gauchissement de la peinture doublée. En outre, l'adhésif lors du rentoilage pénètre dans la toile, et de ce fait la quantité de colle ,qui reste encore, peut devenir insuffisante pour qu'elle puisse assurer un collage idéal. Nous cherchons d'opérer de sorte que l'adhésif ne pénètre pas à l'intérieur de la toile de rentoilage, mais seulement enveloppe ces fibres en relief et humecte sa surface.

La pénétration de l'adhésif attravers la nouvelle toile est encore indésirable en raison du fait, que l'adhésif est un bon milieu de culture pour une prolifération de micro-organismes et, se trouvant sur le dos du tableau, il serait exposé davantage à leurs attaques.

La première couche de l'adhésif, appliquée sur la toile de rentoilage, joue un rôle primordial à un bon et solide collage, parce que c'est elle qui assure l'adhérence entre la pellicule de la colle et la toile de doublage. Nous avons effectué une série d'essais sur le rentoilage des échantillons, au cours desquels on variait les concentrations des solutions de colle et les quantités de miel, employées pour l'application d'une première couche de colle sur la toile de rentoilage et pour son traitement avant cet encollage.

Comme les tests ont démontré, un raclement par un scalpel de la surface de la toile avec le parement donne des résultats satisfaisants. Grâce à ce raclement de la toile la force d'adhérence entre la pellicule de colle et la toile s'élève

et la pénétration de la colle à l'intérieur de la toile se trouve empêchée. L'addition de miel dans l'adhésif, destiné au le premier encollage, fait augmenter la force de décollage. Nous recommandons d'employer pour le premier encollage de la toile de rentoilage une solution de colle à 5-6% sans miel ou avec du miel, mais en proportions pas plus que 1:1 (1 partie de la colle sur 1 partie du miel).

Avant d'appliquer la deuxième couche de l'adhésif, il faut polir la toile, séchée au préalable, au moyen de la pierre ponce. à la suite d'un aplanissement de la toile, la surface de contact entre les deux toiles devient plus large, tandis que l'épaisseur de la couche intermédiaire de l'adhésif devient plus mince.

L'encollage pour une seconde fois de la toile de rentoilage a pour but la protection de son revers contre la pénétration de la colle lors du rentoilage. Il convient utiliser pour cela une solution de colle à 6-8% sans miel à la température de 30°C. La pellicule de la colle obtenue après son séchage sera durable, hydrofuge et capable d'assurer entièrement l'impénétrabilité de l'adhésif de rentoilage lors du collage.

Avant de procéder au rentoilage d'un tableau, il faut d'abord le tendre sur un chassis provisoire et enlever de son revers des couches d'encrassements. Ensuite, on encolle la toile du tableau une ou deux fois. Ces encollages ont pour but d'assurer une bonne cohésion entre la colle et la toile originale et former sur sa surface une fine pellicule de colle, qui doit empêcher la pénétration de la colle de rentoilage à l'intérieur de la toile lors du doublage. Il serait désirable d'éviter l'imprégnation de la toile originale par des solutions de colle dans les cas quand il n'y en a pas besoin. On ne peut admettre cette imprégnation que dans les cas où s'impose le fixage de la préparation et de la couche picturale.

On couvre les toiles, préparées pour le rentoilage, de la colle et on les dépose l'une sur l'autre. C'est un des moments de la plus grande importance pour obtenir un collage complet. Les tests nous ont démontré que la colle de rentoilage à 10-12% additionnée de miel en proportion 1:1 (1 partie au poids de la colle sur 1,5 partie au poids du miel) possède une durée de gélatinisation et une force d'adhésion suffisante pour retenir les deux toiles en contact. Lors de cette opération on applique la solution de colle de rentoilage à la température de 30-35°C. sur

les deux toiles simultanément. Ensuite il faut attendre un moment, quand la colle aura la plus grande viscosité (le moment de décollage) et à partir de ce moment on commence à poser graduellement une toile sur l'autre. Il faut frotter les toiles par les tortillons pour chasser l'air, qui se trouve entre elles, autrement il pourrait être la cause d'un collage incomplet, même dans le cas où la force d'adhérence de la colle serait suffisante.

Au bout des deux heures le tableau doit être repassé par un fer à repasser un peu chaud du côté revers, et ensuite - finalement - du côté face. On répéte ce repassage par intervalles d'une demi-heure jusqu'au séchage complet.

2-1/2

STRETCHER DESIGN, A BRIEF PRELIMINARY SURVEY

by

Richard D. Buck, Director
Intermuseum Laboratory
Allen Art Building
Oberlin, Ohio 44074

October, 1972

STRETCHER DESIGN, A BRIEF PRELIMINARY SURVEY

A few years ago, at a meeting of the American Group of I.I.C., I made a brief survey of types of stretcher construction. At Dr. Urbani's suggestion, I am submitting a revision of this report, perhaps more aware at this time of the many variations of stretcher design and the incompleteness of this report.[1]

The subject interests me because the design of a stretcher will carry with it some evidence as to the place or time of the origin of the painting, or at least of its restoration. In either case, it offers a clue as to the history of the object.

Let us review the mechanical functions a stretcher should fulfill.

It is to hold a fabric under some tension, sufficient to provide a flat support for a painting.

There are, of course, complications. Most fabrics are hygroscopic and, being so, they shrink, paradoxically, in moist atmospheres and relax in dryness. This can cause a cycle of slackness and tautness in the stretch. After a series of cycles, slackness will tend to prevail. A number of minor defects tend to develop in a slack fabric. One of the most common is the stretcher crease, which occurs when the fabric and the paint it supports is flexed over the inner edge of the stretcher.

Therefore, two modifications of design were introduced. One was the adjustable stretcher corner. The other was a bevel on the inner edge of the stretcher to provide more clearance between wood and fabric. Later this clearance was augmented by a bead on the outer edge of the stretcher.

The adjustable stretcher corner brought with it further complications. It permitted one to tighten the stretch if the fabric was slack, which usually

---

[1]A survey of U. S. patents from June, 1866 to October, 1964 was recently carried out by the members of the ICA Training Program. There are a few more years of records that remain to be searched. The claims of inventors make an extensive literature. In the period covered patents were issued for 45 different designs. Patent records in other countries may yield many more designs. Otherwise the literature on stretchers seems sparse. The following articles may be listed: W. Brandt, "Keilrahmen abnormer Formen und Formate," Maltechnik, Vol. 69, No. 4 (1963), pp. 103-107; R. D. Buck, "An Early Spring Stretcher," ICA Newsletter, Vol. 2, No. 2 (1964), p. 3; W. T. Chase and J. R. Hutt, "Aaron Draper Shattuck's Patent Stretcher Key," Studies in Conservation, Vol. 17, No. 1 (February, 1972), pp. 12-29; W. Slesiński, "Na czym i czym malowano w dobie romantyzmu w Krakowie," Ochrona Zabytków, Vol. 2 (1969), pp. 117-130; R. E. Straub, "Spannvorrichtungen für das Leinwandbild," Nachrichtenblatt der Denkmalpflege in Baden-Württemberg, Vol. 8, No. 3 (1965), pp. 75-77.

occurs in periods of dryness. In the next humid season extreme tension can develop which may lead to any of several consequences. If the fabric is tacked to the stretcher, the tension is intermittent along the edges of the painting. This intermittent tension can cause shearing between support and paint resulting in cleavage and losses. Such damage to paint can only occur if both fabric and stretcher are young and strong. If the fabric is aged and dry, the more common result is tearing, either at the tacks or along the stretcher edge.

Adjustable stretcher corners are not as strong as a nailed corner. If the stretcher is weaker than the fabric, the corner may not be able to oppose the torque of the fabric which pulls on one edge of the stretcher. This can cause the corner to "dish". A "dished" corner is often the cause of the disfiguring draw in the fabric.

If springs are introduced into the corner construction, an added structural flexibility is achieved whereby both the slackness and the dangerous tautness of fabric, caused by environmental fluctuations, are avoided. We introduced a design incorporating springs some twenty years ago and have used these stretchers since with satisfaction. However, the principle was exploited by four inventors who patented designs prior to ours. (U.S. Pat. 58154, J. E. Todd, September 18, 1866; U.S. Pat. 106,333, John D. Crocker; U.S. Pat 119,507, J. D. Crocker and J. A. Brand, October 3, 1871; and U.S. Pat. 159,012, J. P. Wright and D. W. Gardner, November 7, 1874.)

I want to show a series of stretcher corners and to acknowledge the great assistance of Norman Muller and Ross Merrill who drew the explanatory diagrams of the stretchers on the following pages.

It would be useful to give names to these different stretcher types. For simplicity, I have divided a group of stretchers into six numbered types, each type possessing a common feature. However, there are often variations within a type, so I have distinguished sub-types.

I offer this plan as a beginning and have added some identification of paintings on which these stretchers have been used. The plan is subject to modification and development. I would hope that more types of construction and more occurrences of types will be reported to a recognized data collecting center. With the cooperation of restorers and conservators in various parts of the world we should, in a few years, begin to attach to these various stretcher types a characteristic place and time of use by the weight of accumulated statistics and, eventually, to turn this new evidence toward tracing the history of a canvas painting.

TYPE 1 - Fixed stretchers or strainers. This is the simplest type of rigid frame on which to stretch a fabric. Often these frames are light and flexible, permitting some movement in response to the behavior of the fabric support.

a) Butt and nail.
b) Mortise and pin.
c) Half lap and pin.
d) Wedge mortise and pin.

TYPE 2 - Adjustable mortise.

a) Simple mortise and key. Two keys permitting extension of the frame in two directions. Note, however, that as the tenon is extended by the wedge, the turned edge of the canvas will be displaced as it crosses the mortised end of the perpendicular member and the corner itself will become blunted by the displacement of the ends of the stretcher members.
b) Simple mortise with interlocking key. This variation probably minimizes the chance of lost keys.
c) Simple mortise, modified form with key. The use of the mitered tenon may increase the strength of the mortised end.
c) (Variation) Simple mortise, modified form with key. This modification may be somewhat stronger. Note that only one key is used, permitting expansion only in one direction.
d) Blind mortise and key. If the tenon member is extended outward, the turned edge of the fabric on the mortised member falls out of line, as is the case with TYPE 2 (a), (b), and (c).
e) Simple mortise with extended bead and key. The extended bead carries the edge of the canvas evenly to the corner miter, improving the appearance of the stretch at the corners.

TYPE 3 - Mortise and half miter with key. From the back this corner looks like the regular simple mortise. However, the inside face next to the canvas is a miter. By mitering the inside face, the line of the stretcher edge is kept continuous to the corner, as in TYPE 2 (e).

a) Mortise and half miter with key, simple form.

TYPE 4 - Mortise with double miter and key.

a) Mortise with double miter and key. This form of corner has been used widely, especially in the United States where it was covered by the Pfleger patent in 1886. Light stretcher members are made commercially by a number of firms in a sequence of lengths so that the members may be purchased separately and assembled into stretchers of desired size. The members are usually even inches in length and there is no provision for cross members. The stretcher usually has a thickened edge, or bead, on each side to give clearance from the fabric. Because of the symmetrical cross section, the canvas may be stretched on either side.

b) Mortise with double miter, ogee variation with key. Variation of TYPE 4 (a). Similar in all respects but that ogee curves are substituted for the miters. This type is a proprietary variation, having no obvious advantage over TYPE 4 (a).

TYPE 5 - Tongue and grooved ramp with single key.

a) Tongue and groove ramp with key-rotary. A key, or wedge, will fit a slot in the grooved end of the stretcher. By driving the wedge into the slot, the stretcher is enlarged in a direction parallel to the slotted member but, at the same time, its travel along the ramp extends the stretcher in a direction perpendicular to the grooved end. Thus, one key moves the stretcher in both directions. An added strip at the edge carries the canvas edge in a straight line to the corner. The principal defect of this type appears to be a weakness against the torque of the stretched canvas.

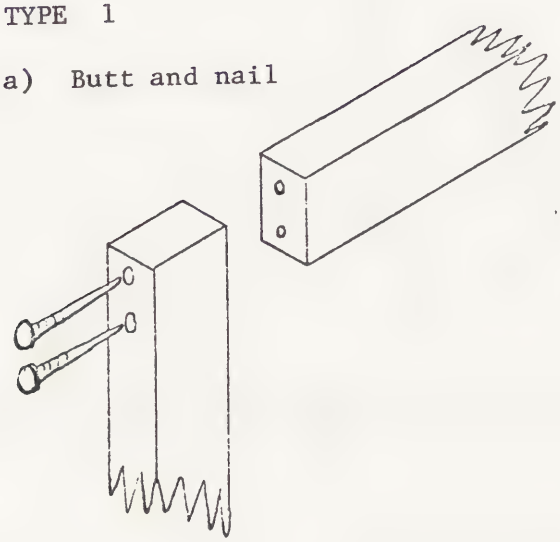
In the one stretcher of this design we have examined, one end of each member was grooved whereas the opposite end was tongued. Thus there is a sequence in the attitude of the corners. Such a sequence is characteristic of several types of corner constructions and may be called rotary.

TYPE 6 - Fork mortise with single key.

a) Single fork mortise, dovetailed and keyed, often rotary. Although only one key is used in this construction, the stretcher may be expanded in all directions if a rotary construction is used. Thus, one key extends one end of a stretcher stick in one direction; the key at the other end extends the stick in a perpendicular direction.
b) Double fork mortise, keyed brace. This type is not dovetailed. It may be reinforced by corner braces inset with or without keys, and construction may be rotary.
c) Double fork mortise, dovetailed, keyed, often rotary.

TYPE 1

a) Butt and nail

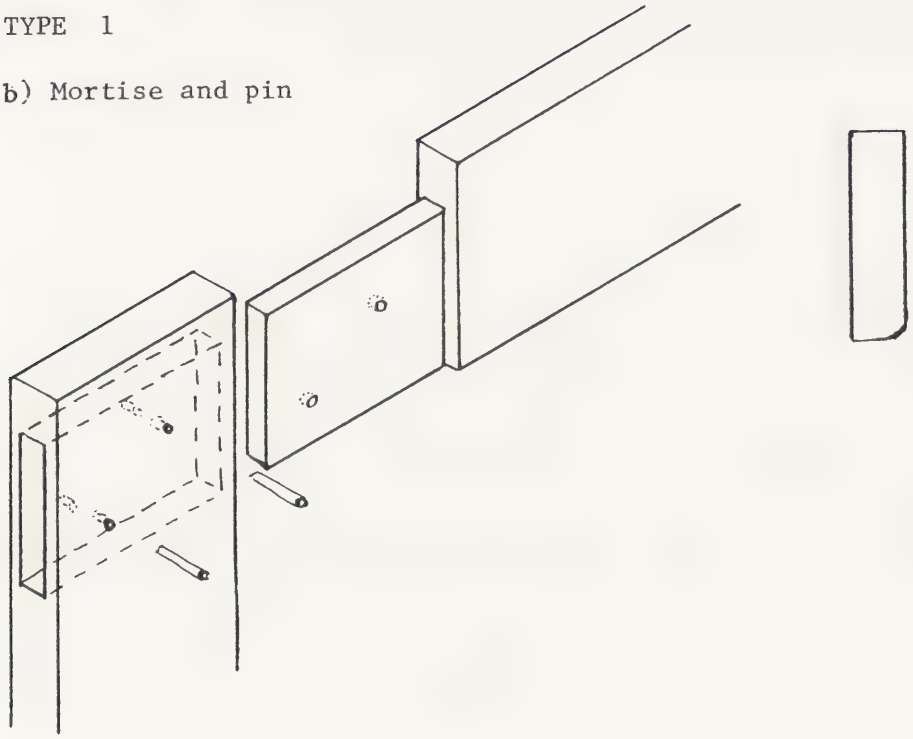


Reported occurrences:

American, 19th c.

TYPE 1

b) Mortise and pin

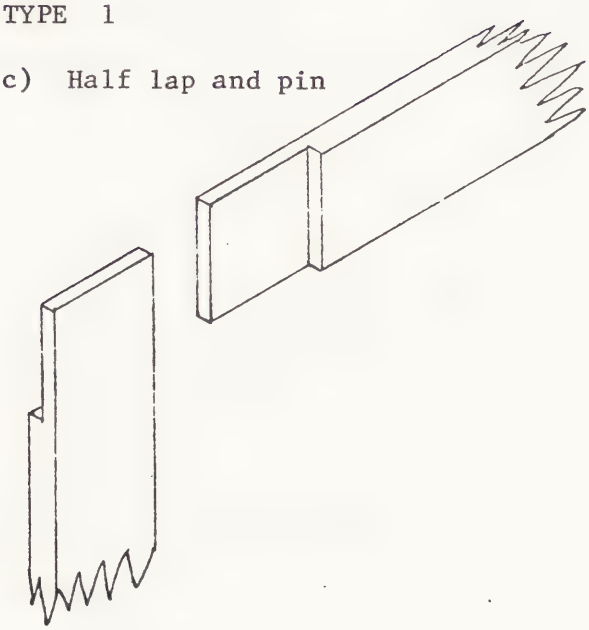


Reported occurrences:

Copley, American, late 18th c.

TYPE 1

c) Half lap and pin

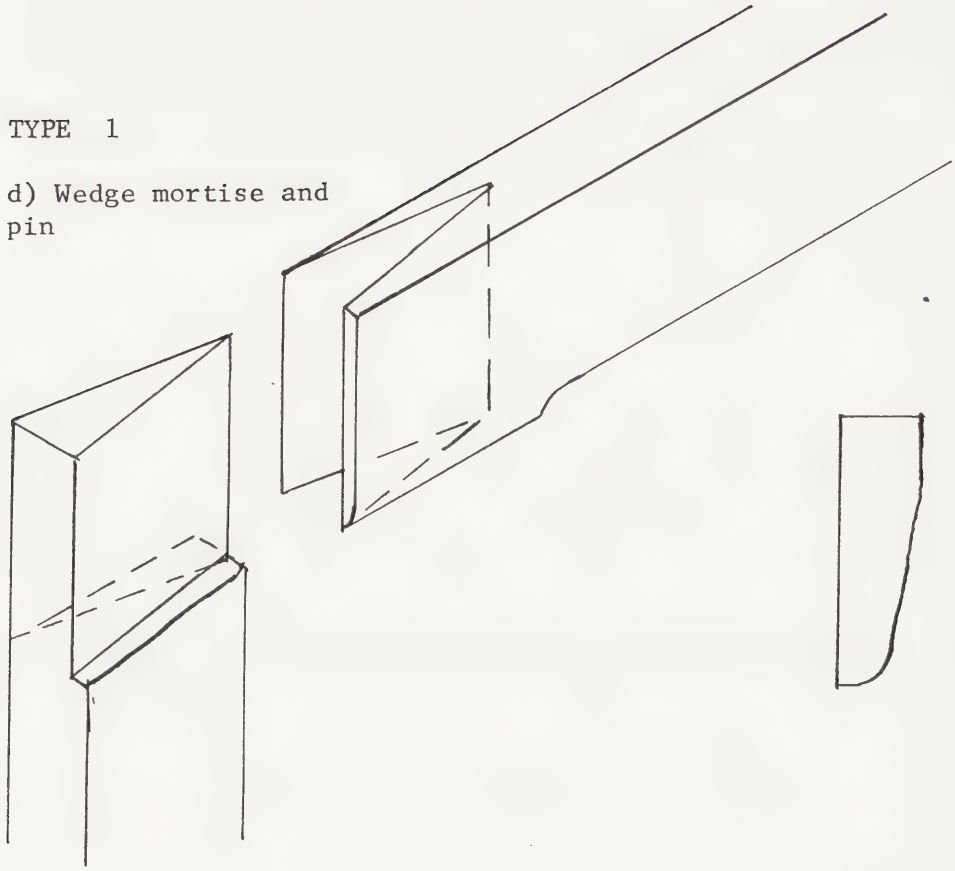


Reported occurrences:

American portrait, about 1845.
Ralph Earle, American, early 19th c.

TYPE 1

d) Wedge mortise and pin

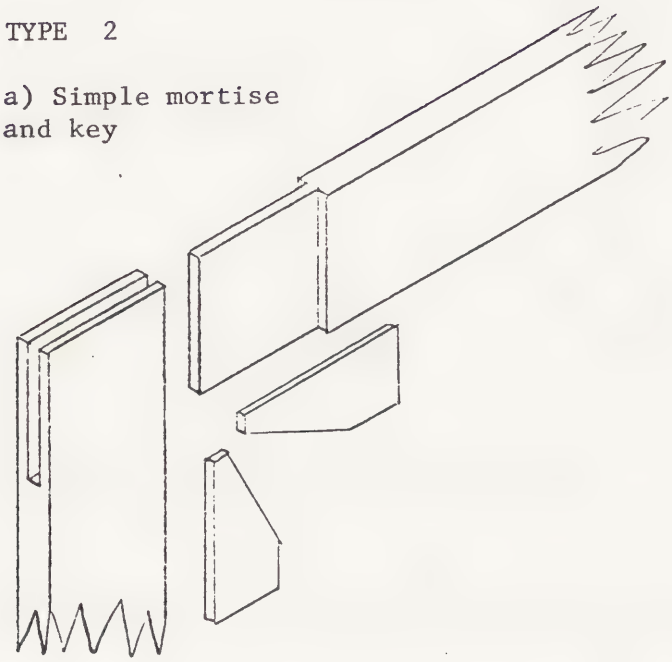


Reported occurrences:

American, 19th c.

TYPE 2

a) Simple mortise
and key

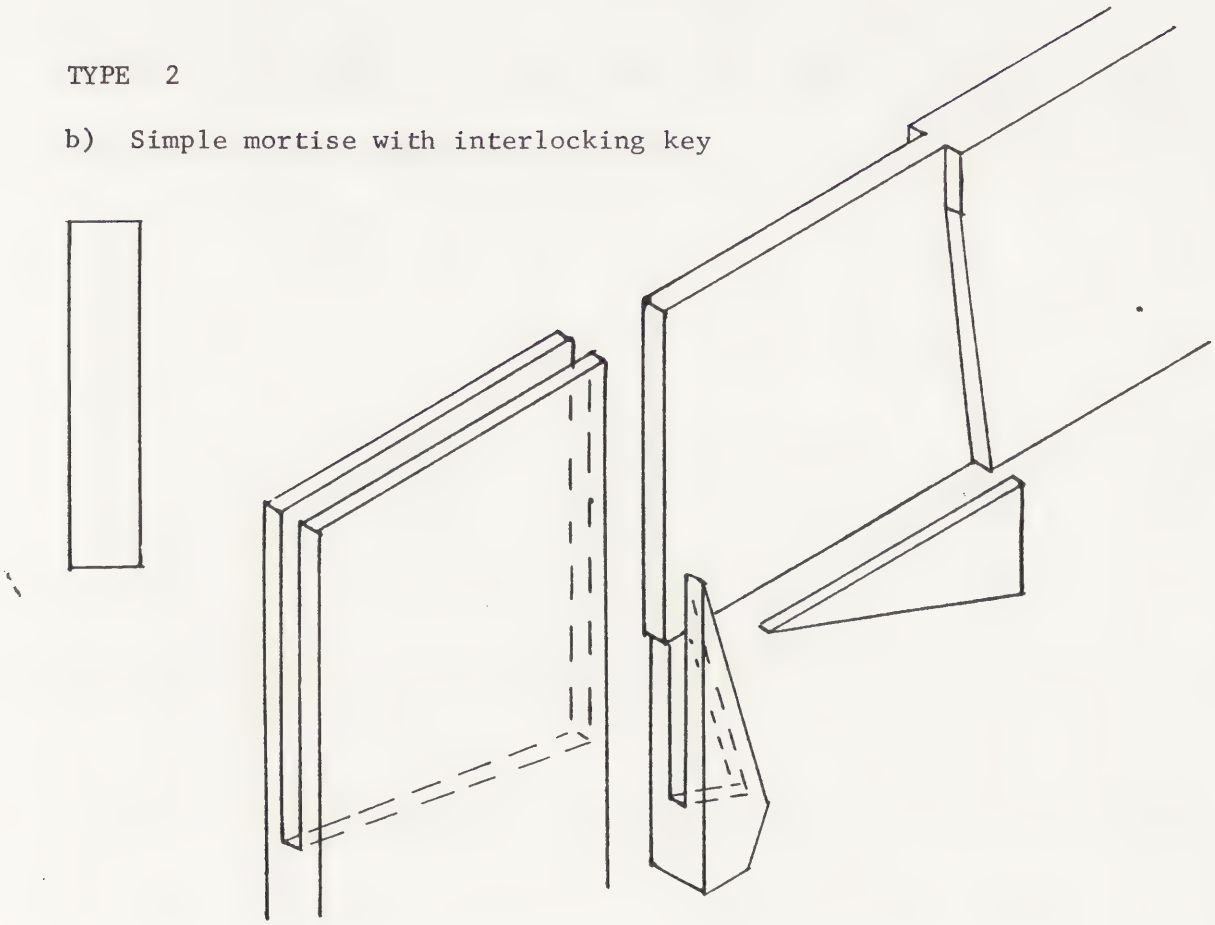


Reported occurrences:

Chester Harding, American, about 1821.
Vigee Lebrun, French.
Miro, 20th c.
Rembrandt (probably replacement) - cross piece dovetailed.

TYPE 2

b) Simple mortise with interlocking key

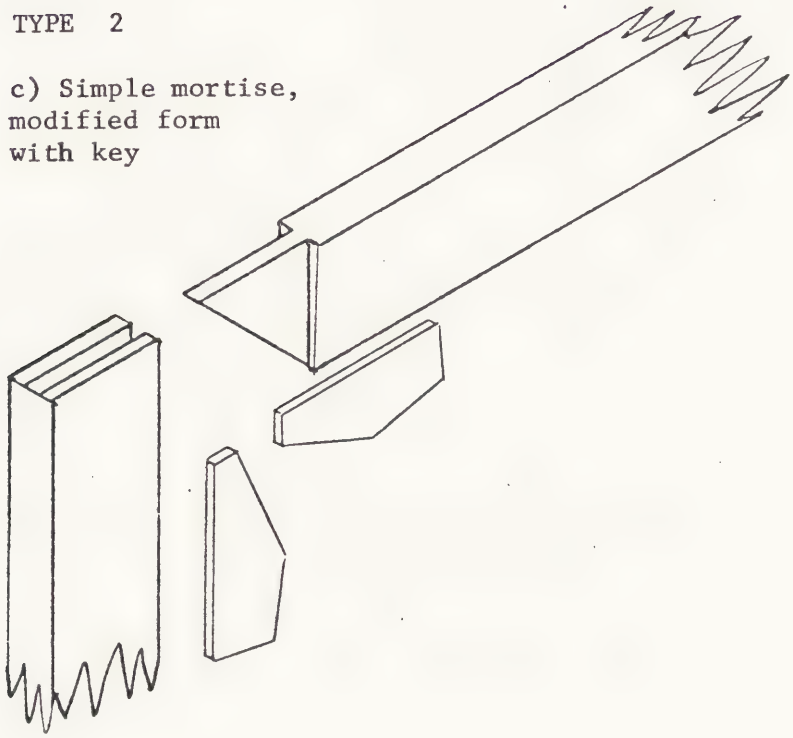


Reported occurrences:

Italian, mid-19th c.

TYPE 2

c) Simple mortise,
modified form
with key

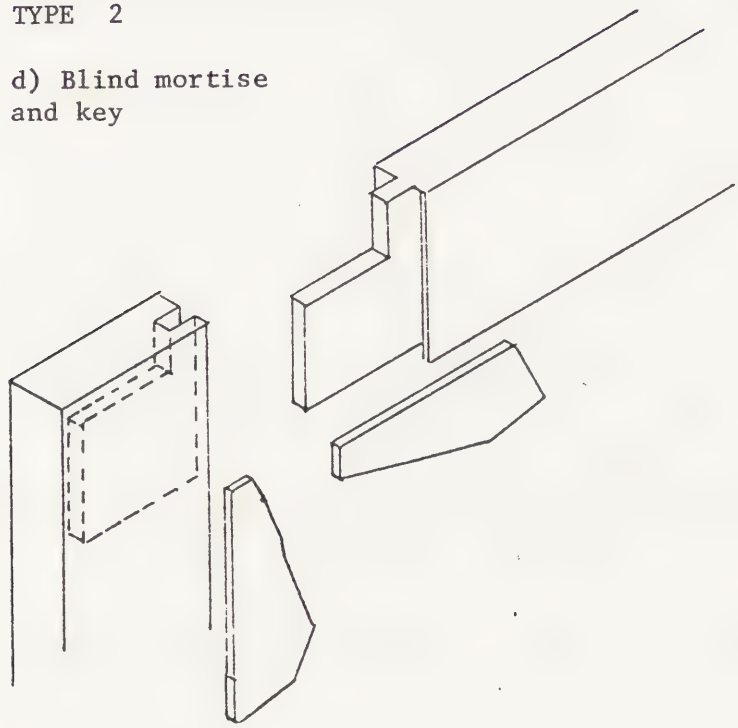


Reported occurrences:

Waugh, American, 19th c.

TYPE 2

d) Blind mortise
and key

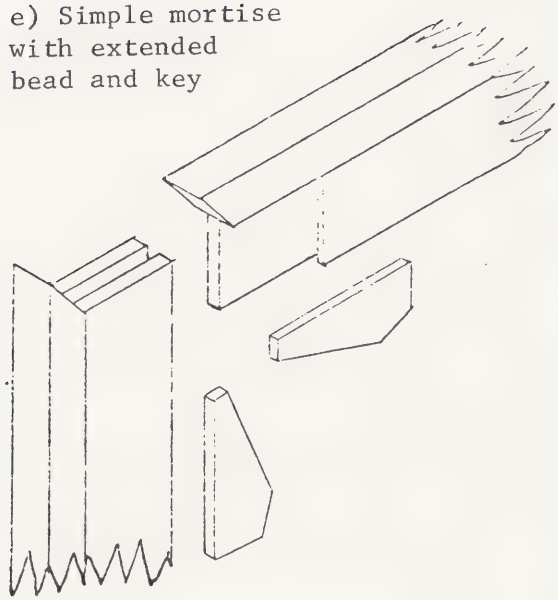


Reported occurrences:

Sebastian Bourdon, French (probably replacement).
Berthe Morissot, French, 19th c.
Romanelli (probably replacement).

TYPE 2

e) Simple mortise
with extended
bead and key

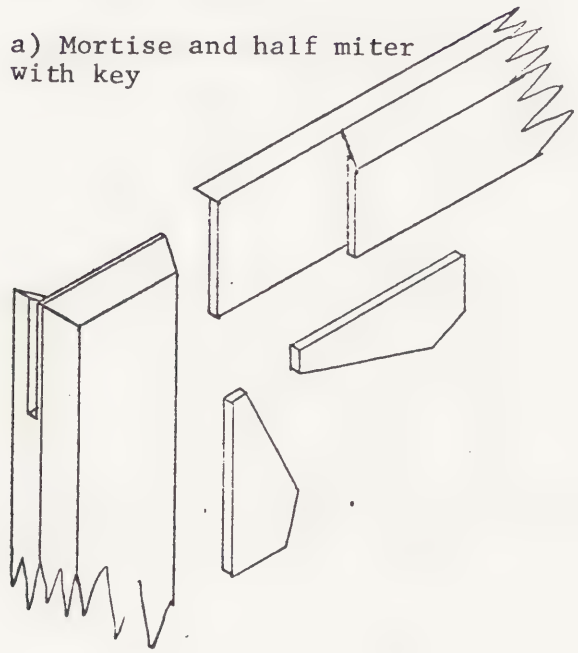


Reported occurrences:

deHeem - stretcher bears stencil of Russian Imperial Collection, probably made in Russia.
Bassano (probably replacement).

TYPE 3

a) Mortise and half miter with key

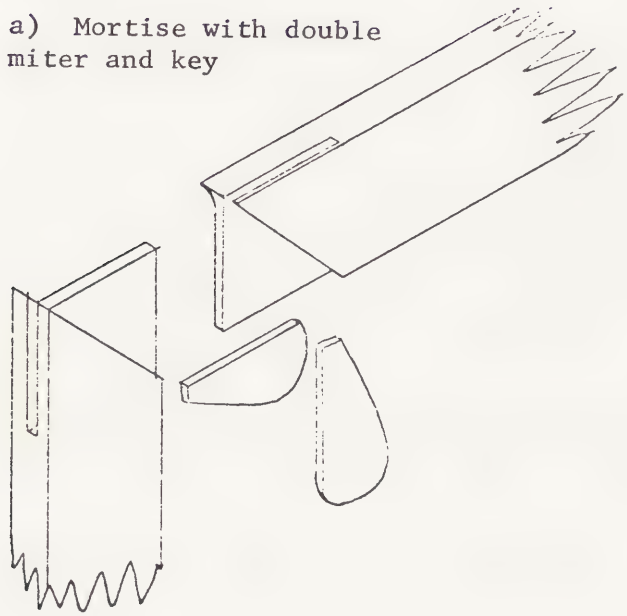


Reported occurrences:

Rattner, 20th c.
James Peale, American, early 19th c.
Luthy, American, 19th c.
Braque, French, early 20th c. (double mortise and miter).
Ernest Lawson, American, 20th c.
Colormen Edward Dechaux and Theodore Kelley sold stretchers of this type from 1840-1860.

TYPE 4

a) Mortise with double miter and key



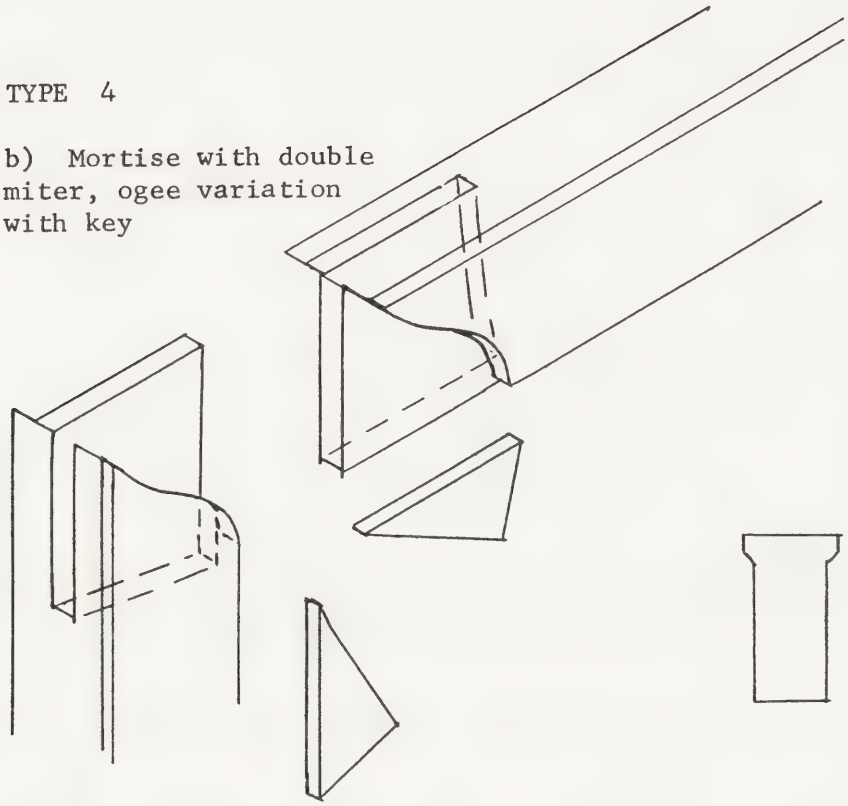
Reported occurrences:

Schmitt Rutloff, 20th c., Swiss trademark on the stretcher.

This design, except for the use of a single "U" shaped key, follows U.S. patent #335383 issued to Frank P. Pfleger, Joliet, Illinois, on February 2, 1886. It has been available under various trade names and some variation in stock size in assorted lengths in American art supply stores for many years, and has been used widely by American artists of the 20th century.

TYPE 4

b) Mortise with double miter, ogee variation with key

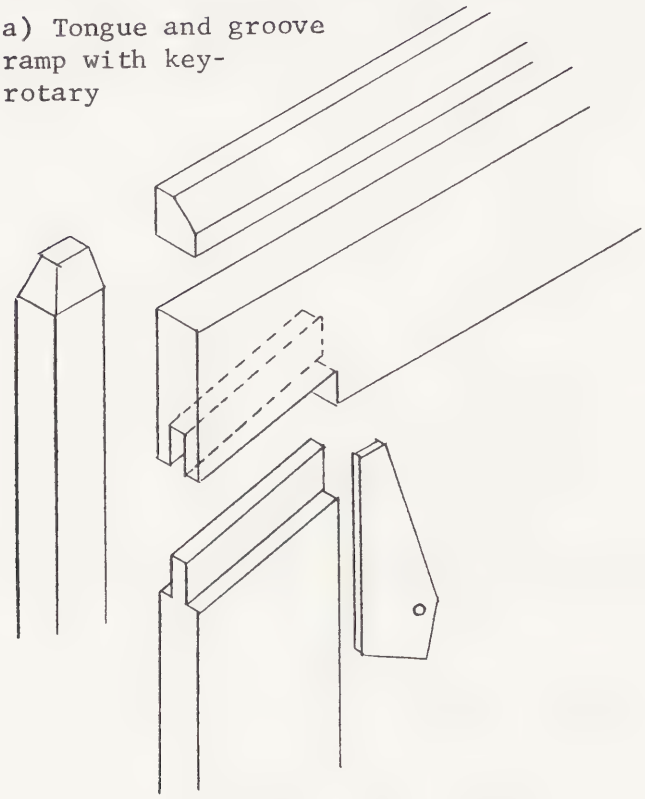


Reported occurrences:

American, 19th c.

TYPE 5

a) Tongue and groove ramp with key-rotary

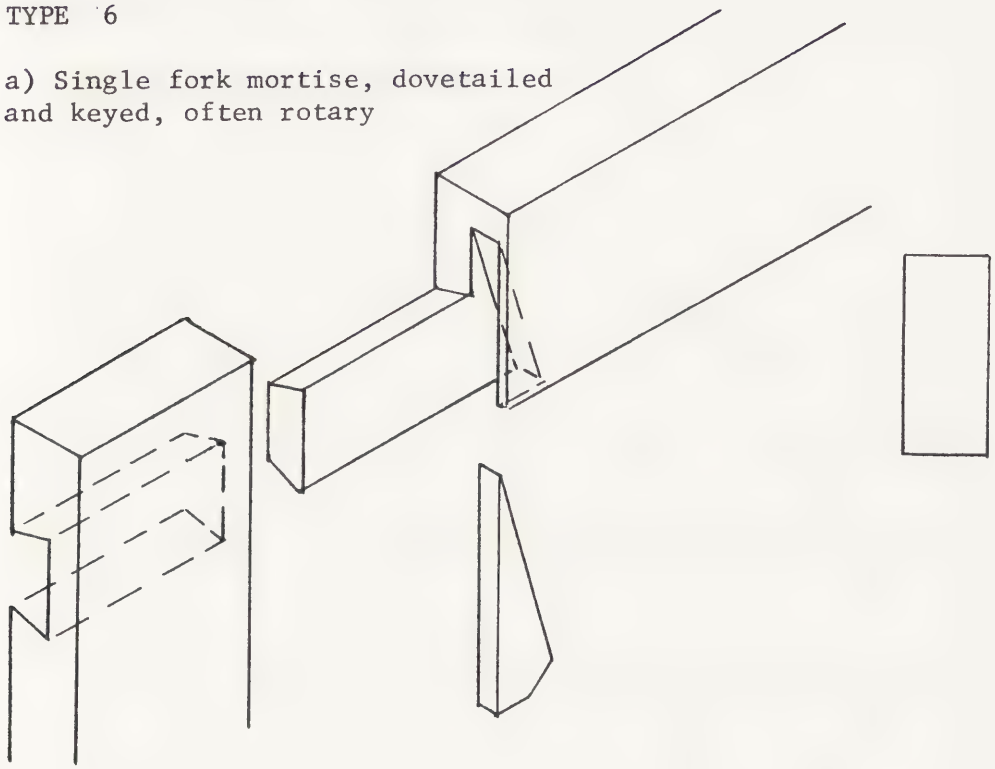


Reported occurrences:

A. M. Gorter, Dutch, 19th-20th c.
Edward Gay, American, 1856.

TYPE 6

a) Single fork mortise, dovetailed and keyed, often rotary

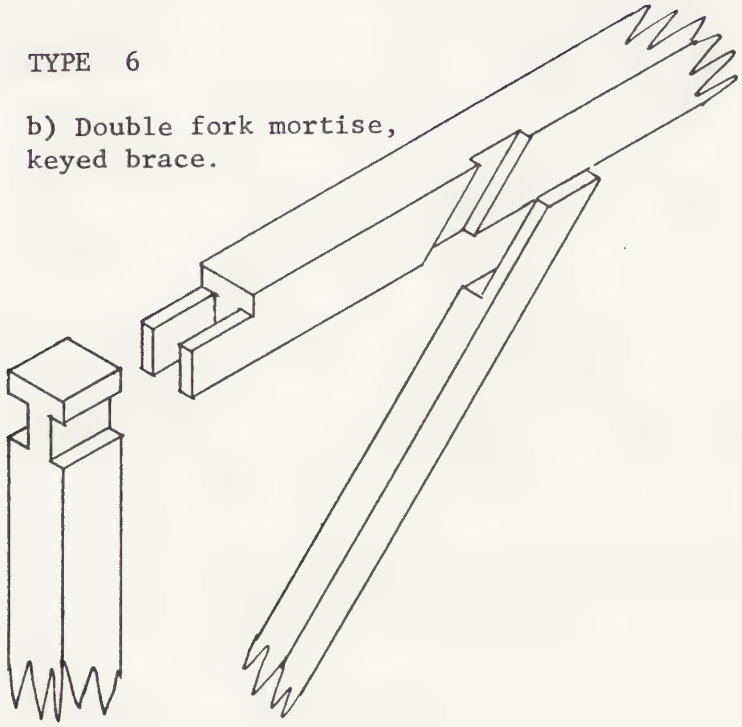


Reported occurrences:

Tharrats, Spanish, 1962.

TYPE 6

b) Double fork mortise,
keyed brace.

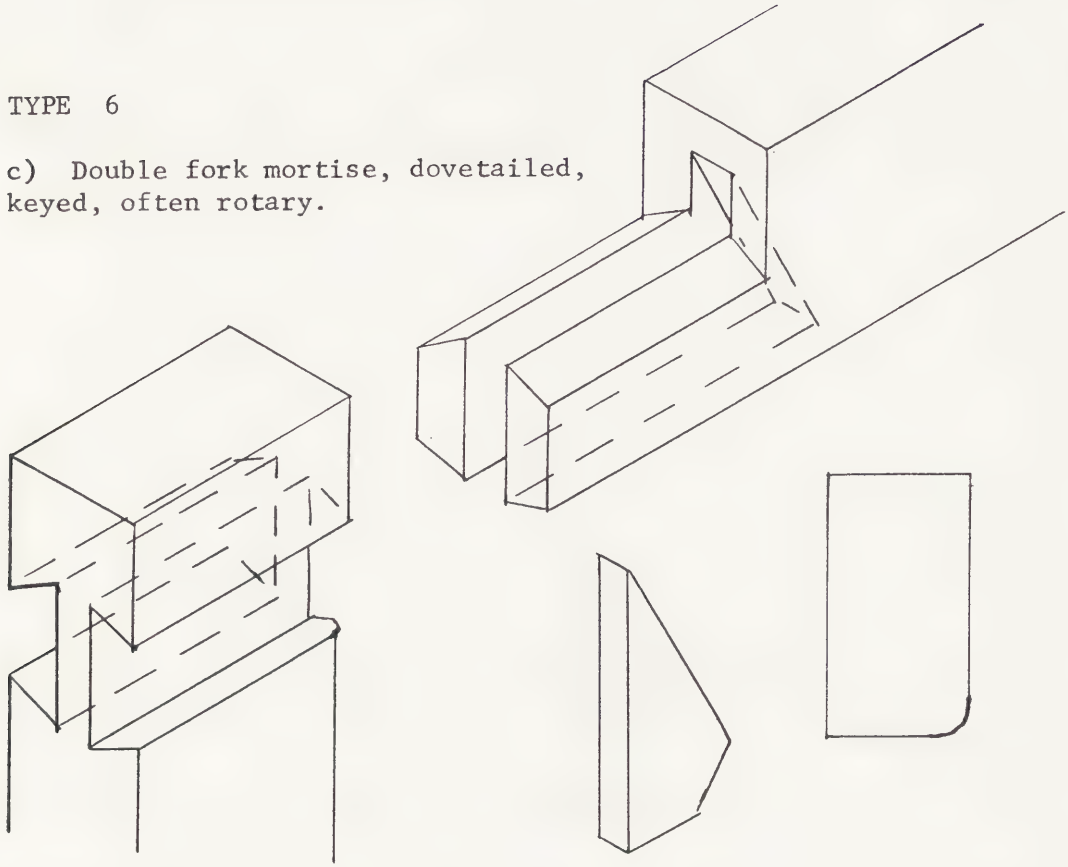


Reported occurrences:

Mexican, 17th c.
Mexican, 18th c.
Bassano (probably replacement).

TYPE 6

c) Double fork mortise, dovetailed, keyed, often rotary.



Reported occurrences:

Rueda, Spanish, 20th c.

LES POSSIBILITES DU COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE dans L'ETUDE ET LA CONSERVATION DES BIENS CULTURELS

L. de NADAILLAC

Département des Radioéléments
Section d'Application des Radioéléments

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

CENTRE D'ETUDES NUCLEAIRES DE GRENOBLE

C.E.A - C.E.N-G

AR-G/72-9/LN
Seconde Edition
Août 1972

Programme "NUCLEART"

LES POSSIBILITES DU COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE dans L'ETUDE ET LA CONSERVATION DES BIENS CULTURELS

L. de NADAILLAC

Département des Radioéléments
Section d'Application des Radioéléments

TABLE DES MATIERES

Pages

Les possibilités du Commissariat à l'Energie Atomique
dans l'Etude et la Conservation des Biens Culturels

Introduction..... 1

A - La prospection..... 4

B - La datation..... 9

C - Les méthodes d'examens..... 15

D - Les méthodes d'analyses..... 18

E - Quelques applications particulières..... 25

Conclusion..... 27

Annexe 1 - La conservation..... 29

Annexe 2 - Les possibilités du C.E.A..... 39

Bibliographie..... 47

LES POSSIBILITES DU COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE DANS L'ETUDE ET LA CONSERVATION DES BIENS CULTURELS

Il est un lieu commun de dire que notre époque est caractérisée par un progrès scientifique constant. Le progrès engendre la civilisation des loisirs, une soif de connaissances personnelles chaque jour plus importante et le besoin de remettre perpétuellement en question ce qui peut sembler acquis.

Ces loisirs ne sont pas synonymes de repos absolu : à côté du succès incontestable de formules de vacances dépaysées, on voit chaque année croître le nombre de ceux qui passent leurs congés à tenter d'arracher à notre territoire les restes des civilisations antérieures, à en consolider les débris, ou à en retrouver les éléments. S'il est un temps où la simple découverte d'un fragment de poterie, d'une reste de moulure sous le lierre, ou encore d'une statue au fond d'un grenier suffit à satisfaire le plaisir de ces bénévoles, ils ressentiront bientôt des besoins plus élaborés. Il faudra alors leur apporter les moyens d'approfondir la connaissance de l'objet découvert et leur faciliter la mise en place de cet objet dans son contexte historique, technique, humain. C'est alors seulement que l'on pourra affirmer que l'énorme somme d'efforts, de bonnes volontés, de dévouements fournis par ceux qu'une civilisation des loisirs purs ne satisfont pas entièrement, aura été parfaitement utilisée pour notre plus grande satisfaction.

Il existe de par le monde un nombre croissant d'équipes ou de laboratoires travaillant, avec les techniques les plus modernes, à une meilleure connaissance de notre Histoire. Dans notre civilisation encore très préoccupée par son progrès technique, l'amélioration de son niveau de vie et ses problèmes économiques, ces laboratoires trouvent avec peine les moyens financiers qui leur permettraient de remplir la plénitude de leur rôle. On peut alors concevoir quelles seraient l'efficacité et l'utilité d'un grand

organisme scientifique dont les objectifs économiques justifieraient des moyens en hommes et en matériel perpétuellement remis à jour pour apporter à "ses moments perdus" son aide pour l'approfondissement de la connaissance de notre Patrimoine.

Le prestige chaque jour grandissant du Commissariat à l'Energie Atomique, joint à ses structures efficaces, en font un des organismes les mieux adaptés pour soutenir, avec une faible part de ses moyens, les efforts entrepris par d'autres pour la meilleure connaissance des objets de notre histoire.

Il constitue, en effet, une réserve pratiquement inépuisable, non seulement de moyens et de spécialistes, mais aussi d'idées. En s'appuyant sur son expérience déjà longue, ce potentiel devrait lui permettre d'être non seulement un support technique mais aussi un générateur de méthodes nouvelles dans les problèmes de conservation et d'études de biens culturels. Le but de ce texte est de comparer le mieux possible, compte tenu des informations en notre possession, les besoins et nos disponibilités.

Cependant, nous nous bornerons ici à parler de problèmes autres que ceux posés par la conservation des biens culturels, déjà évoqués par ailleurs (Voir Annexe I) et nous diviserons ceux présentés par leur étude en :

- Prospection : nous ne parlerons dans ce paragraphe que de la recherche sur le terrain ou en mer, laissant de côté l'Inventaire Général, qui tout en étant une méthode de propection, n'entre pas dans le cadre de ce travail.
- Datation : nous insisterons sur les nouvelles techniques et les développements que l'on peut en attendre.
- Méthodes d'examen.
- Méthodes d'analyses des constituants des objets.

- Applications diverses : nous évoquerons dans ce paragraphe quelques problèmes particuliers comme la détection des "faux", la protection des objets, l'application de l'informatique à la synthèse des résultats, etc.....

Un tel texte n'a pas la prétention d'être exhaustif, mais simplement d'apporter un élément supplémentaire au dialogue entre les spécialistes des biens culturels et ceux des diverses techniques. C'est, en effet, dans ce dialogue que l'on aura les possibilités d'amélioration des méthodes de l'Etude de ces mêmes biens culturels, conduisant ainsi à une meilleure connaissance de notre Histoire.

Les notes situées dans le texte renvoient à l'annexe 3, où sont décrites les possibilités du C.E.A. dans chaque domaine.

A - LA PROSPECTION

Les fouilles archéologiques modernes ne se préoccupent plus seulement de la recherche des objets, mais plutôt de l'étude de leurs conditions de gisement, révélatrices de la civilisation qui les a engendrés, utilisés puis abandonnés. On se soucie moins d'atteindre un niveau que de savoir comment l'aborder dans des conditions les plus favorables à sa dissection, seule capable de donner la certitude d'avoir bien extrait du gisement la totalité des informations qu'il contenait. Dans le domaine de la prospection des sites, les procédés techniques se développent. L'avion, la photographie normale ou infrarouge, sont venus s'ajouter à la seule recherche des indices de surfaces. Sur des zones plus restreintes, les techniques de la Géophysique et les mesures des paramètres qui caractérisent la nature des terrains ont apporté des facilités en limitant le nombre des sondages nécessaires à la détermination des limites d'un gisement. Enfin, en mer, les méthodes de détection des objets métalliques, nées de la dernière guerre, devraient pouvoir être utilisées de façon plus intensives et apporter ainsi une grande quantité d'informations sur l'histoire maritime.

Dans la recherche des traces de surface la photographie aérienne (Voir note A. I) constitue une méthode très importante qui révèle des changements invisibles du sol, sous la forme de légères irrégularités de couleur ou d'aspect. Elle donne une vue plus claire des indices et permet la surveillance rapide d'une grande superficie. Mais son emploi présente de sévères limitations ; en effet, les détails recherchés ne deviennent visibles que sous certaines conditions d'éclairage ou de végétation. Ceci implique l'obligation d'attendre parfois très longtemps pour retirer une information de la surveillance d'un site probable. De plus la photographie aérienne normale n'est pas applicable dans les zones ayant été recouvertes de sédiments alluviaux importants. La photographie aérienne dans le proche infra-rouge par le procédé de "fausses couleurs" ou par balayage dans l'infra-rouge plus lointain

(8 à 14 μm, par exemple) devrait donner de bons résultats. Elle reflète bien les variations d'inertie thermique du sol et peut mettre très facilement en évidence les variations de végétations (Voir note A. 2).

On peut compléter ces recherches d'un gisement présumé par l'analyse d'échantillons prélevés en surface ou en profondeur par carottage. On mesure en général leur contenu en phosphates (Voir note A. 3) ou leur susceptibilité magnétique. Les résultats obtenus sont normalement plus élevés dans les zones qui ont déjà été habitées.

Les méthodes de la Géophysique ont été développées depuis une quarantaine d'années pour la recherche minière ou pétrolière. Certaines d'entre elles, comme les mesures de résistivité électrique, la magnétométrie, ou les mesures électromagnétiques ont pu être adaptées à la prospection archéologique. D'autres, comme les mesures de gravité à cause du faible contraste obtenu, ou les mesures sismiques, n'ont pas encore trouvé d'applications. Les méthodes utilisables sont basées sur l'étude, à partir de la surface du terrain, d'une propriété physique reflétant le contenu du sous-sol. Elles conduisent à une interprétation délicate des résultats, car d'une part il est difficile de distinguer les anomalies d'origine humaine de celles produites par la nature, et d'autre part lorsque les anomalies sont nombreuses, elles interfèrent entre elles donnant lieu à des phénomènes extrêmement complexes dont l'étude nécessite une grande habitude et un support mathématique puissant. Ceci implique pour obtenir de bons résultats, l'utilisation d'équipes bien entrainées.

La résistivité électrique du sol, dépendant de son contenu en eau, est mesurée en appliquant par des électrodes une tension continue ou alternative connue et en mesurant, en général par d'autres électrodes, le courant produit. Cette méthode permet de réduire l'influence des résistances de contact et l'action des courants terrestres naturels. On obtient ainsi de proche en proche la variation de résistivité le long

d'un profil. Cette variation reflète les contrastes existants entre le sol naturel et les traces d'habitations humaines. La méthode est assez longue à mettre en oeuvre et a été un peu abandonnée au profit de la magnétométrie, qu'elle complète utilement lorsque la susceptibilité magnétique du sol est trop voisine de celle des éléments recherchés. (Terrains argileux).

La prospection magnétique (Voir note A. 4) s'est développée depuis une quinzaine d'années. Elle consiste à mesurer le champ magnétique terrestre le long d'un parcours avec une très grande précision. Celui-ci se compose en chaque point de trois parties : une composante fixe (champ du dipole terrestre équivalent), une partie variable dans le temps, liée aux perturbations solaires, et enfin une composante locale faible par rapport aux précédentes caractérisant l'état du sous-sol. L'énumération des différents modèles de magnétomètres serait fastidieuse, nous nous contenterons d'énumérer les qualités requises pour un "bon" appareil. Sa sensibilité doit être très grande, de l'ordre de 0,01 à 0,05 γ ($1\ \gamma = 10^{-5}$ Oersted) il doit pouvoir être de manipulation aisée et rapide, et effectuer des mesures différentielles par rapport à un dispositif fixe qui permettra d'annuler les perturbations du champ terrestre. Enfin, les résultats doivent être fournis sous forme digitale, en vue de leur exploitation ultérieure par ordinateur et sous forme analogique pour donner, sur le terrain, les premières indications permettant ainsi des campagnes plus fructueuses. Toutes ces qualités conduisent à un appareillage relativement onéreux devant être servi par une équipe habituée à son emploi et à l'exploitation des données. En effet, la sensibilité de tels appareils est capable de résoudre la plupart des anomalies produites par des éléments archéologiques. Cependant les irrégularités aléatoires de la structure même du sol ne peuvent être supprimées, elles sont parfois du même ordre de grandeur que les informations utiles. C'est un problème qui n'est pas sans présenter des analogies avec le problème de l'extraction d'un

signal hors du "bruit de fond". On peut parvenir à des résultats intéressants par l'intermédiaire d'opérations mathématiques complexes, telle que la transformation de Fourier, suivie d'une filtration, puis de la transformation inverse. De telles méthodes, ainsi que les techniques de visualisation des résultats ne sont possibles qu'avec l'aide d'ordinateurs. Un tel système permet alors l'exploration de superficies étendues (environ 4000 m^2/jour) avec d'excellents résultats. De plus, on peut effectuer des profils à différentes hauteurs au dessus du sol, simultanément ou successivement ; pour obtenir une sorte de sondage magnétique et estimer la profondeur de la perturbation.

Le champ électromagnétique produit à la surface peut induire dans le sol des champs secondaires détectables caractérisant la nature du sous-sol. On peut ainsi, au moins théoriquement, mesurer la susceptibilité magnétique et la résistivité du terrain. Cette méthode est délicate car la réponse du sol décroît très vite avec la profondeur et de plus il y a souvent interférence entre les rayonnements électromagnétiques émis et reçus. Une amélioration sensible est obtenue en travaillant en régime transitoire et en observant la décroissance du signal en provenance du sol. La mesure est alors effectuée après l'arrêt de l'émission, éliminant ainsi tous les risques d'interférences. Bien que cette méthode ne puisse être appliquée que pour des faibles profondeurs, il semble qu'elle pourrait être améliorée et devenir un complément utile des deux autres techniques.

La prospection archéologique sous-marine présente beaucoup plus de difficultés. Il ne peut être question, en effet, de s'appuyer sur des traces visibles. On doit donc se reposer, soit sur le hasard (pécheurs, etc...) soit sur des recherches systématiques de secteurs entiers, ayant connu une activité maritime importante (détroits, caps dangereux, etc...) en s'aidant éventuellement de textes anciens (récits de survivants, légendes, etc...). Une autre difficulté en cas de succès est le repérage du gisement : les appareils utilisables sont en effet traînés au bout d'un câble et leur position exacte est mal

connue . Des méthodes de triangulation à partir de bouées fixes autour de la zone de prospection peuvent cependant apporter une solution approximative. Enfin, une dernière difficulté mais non la moindre est le repérage visuel précis d'un gisement de taille restreinte recouvert par la vase.

D'une manière générale, le matériel employé doit présenter des qualités de résistance à la corrosion, d'étanchéité et de robustesse bien supérieures à celles du matériel de surface. En plus de versions spéciales des magnétomètres (Voir note A. 5), on peut utiliser les dispositifs de prospection électromagnétique fonctionnant en implusions, bien que leur faible portée les rende surtout utiles dans le cas des recherches localisées. Les dispositifs d'exploration sous-marine du type Sonar à balayage horizontal peuvent permettre des prospections assez rapides de bandes de l'ordre de 500 à 1000 m de largeur, ils détectent malheureusement aussi bien les enrochements que les éléments archéologiques. La pénétration de l'onde dans la vase ou le sable étant assez faible on leur préfère souvent, pour des régions plus localisées, des dispositifs à sondage vertical de fréquence plus basse (10 kHz).

A la mise en oeuvre de ces matériels, dans des conditions quelquefois difficiles, viennent s'ajouter les problèmes spécifiques de l'utilisation de ces équipements en mer. La réunion de spécialistes des diverses questions pour une opération de prospection sous-marine est donc une affaire compliquée. C'est ce qui explique le peu d'emploi fait à la mer des techniques mises au point en archéologie terrestre.

B - LA DATATION

De puis le début du siècle les archéologues se préoccupent de déterminer l'âge des objets en provenance de leurs fouilles. Ces quelques recherches, dans le domaine de l'archéomagnétisme, montrèrent déjà à cette époque malgré le peu de résultats obtenus, que l'interpénétration des techniques physiques et archéologiques pouvait être un facteur d'enrichissement pour les deux disciplines.

Mais, c'est seulement avec l'avènement des méthodes basées sur le radiocarbone que les progrès devinrent évidents. C'est à partir de cette époque (vers 1950) que les archéologues ont compris l'intérêt que présentait pour eux la libération de l'information stockée dans les pièces anciennes par des techniques physiques. En retour, l'approfondissement des méthodes de datation a permis à la Physique et à la Géophysique d'acquérir des données nouvelles sur un certain nombre de phénomènes.

On a l'habitude de séparer les méthodes de datation en méthodes absolues et méthodes relatives ou chronologiques. Cette distinction est délicate car certaines techniques évoluent dans le temps : telle qui était relative devient absolue si elle est correctement étalonnée ; telle autre, considérée il y a quelques années comme absolue l'est moins aujourd'hui, certains phénomènes réputés constants s'étant révélés plus variables qu'on aurait pu le penser de prime abord.

La datation par le radiocarbone (Voir note B.I) s'est considérablement développée, aussi n'entrerons nous pas dans les détails de cette technique, pensant préférable d'insister sur les difficultés qu'elle présente.

Le rayonnement cosmique atteint la haute atmosphère terrestre de façon plus intense aux pôles qu'à l'équateur. Il y transforme l'azote de l'air (N^{14}) en radiocarbone (C^{14}) qui rentre alors dans le "cycle du

Carbone" normal (C^{12}). La production, à peu près constante de l'ordre de 8 Kg par an, et la décroissance radioactive (Période 5730 ans) créent un état d'équilibre. La biosphère et les océans se comportent comme un réservoir tampon, assurant le brassage et l'uniformisation géographique du C^{14} et amortissant les variations légères de production. Le rapport entre le nombre d'atomes de carbone et de radiocarbone est de l'ordre de 8.10^{11}. Dès qu'une plante meure, cet équilibre est rompu puisque le C^{14} décroît et que l'alimentation ne se fait plus. En mesurant le rapport C^{14}/C^{12} on obtient la durée qui s'est écoulée depuis la mort de la plante. Tout repose donc sur la constance de ce rapport dans le réservoir que constitue la biosphère, c'est ainsi que pour un échantillon de 17000 ans une variation de la capacité de ce réservoir de 1% entraîne un âge apparent inférieur de 600 ans à l'âge réel. Par comparaison avec des bois de dates connues (Egyptiens) ou par l'intermédiaire de séquences d'anneaux de croissance d'arbres (Dendrochronologie) on a pu se rendre compte qu'au cours des 6.000 dernières années au moins de modifications importantes du rapport C^{14}/C^{12} se sont produites. Ces variations comprennent des fluctuations de quelques % à l'échelle de quelques siècles superposées à une augmentation de 14 % de 500 Avant J.C. à 4000 Avant J.C. L'étude de ces fluctuations sont un apport direct des problèmes de datation à la Géophysique, car elles reflètent soit des variations de la capacité du réservoir (niveau des mers) soit des modifications de l'importance du rayonnement cosmique ou de la carapace protectrice que constitue le champ magnétique terrestre. Cependant, il faut bien voir que les erreurs commises en ne tenant pas compte des variations de la contenance du réservoir, sont beaucoup plus faibles que celles effacées par l'introduction de la datation par le radiocarbone. Et que si cette méthode n'est pas encore parfaitement absolue, elle n'en constitue pas moins un outil d'intercomparaison irremplaçable pour l'étude des 50.000 dernières années. On doit encore signaler que les diverses explosions nucléaires et thermonucléaires des années 1960 ont augmenté la capacité du "réservoir" de près de 3 % (quelques 2 tonnes de C^{14}) ce qui modifiera les mesures futures, mais a présenté

un grand intérêt pour l'étude de l'homogénéisation de ce même réservoir.

La datation par la méthode du Potassium-Argon (Voir note B. 2) est plus généralement utilisée en géologie. Elle est basée sur la détection de l'Argon (A^{40}) formé par la décroissance radio-active du Potassium (K^{40} ; période : 1,3 . 10^9 ans) dans les roches volcaniques : laves, pierres ponces, etc... A partir de leur solidification l'argon s'accumule à nouveau et il peut être détecté de façon très sensible par spectrométrie de masse. On peut utiliser cette méthode en archéologie très ancienne (au-delà de 100.000 ans) si l'on peut associer aux éléments archéologiques des roches volcaniques. Ce fut le cas pour l'homme d'Olduvai (1,75 . 10^9 ans) ou d'autres encore plus anciens.

Dans les "Séries" de l'uranium il y a plus d'une douzaine d'isotopes radioactifs, dont certains se prêtent bien à la mesure de l'âge du matériau qui les contient. Il en est de même pour les "séries" du thorium. Les plus intéressants sont : l'ionium (Th^{230}), le radium (Ra^{226}) et le proactinium (Pa^{231}), de périodes 80.000 1622, et 34.000 respectivement. Ils ont été utilisés pour la datation de sédiments, de coquilles, de stalagmites ou encore d'ossements et les résultats obtenus sont considérés comme très acceptables (Voir note B. 3).

La méthode de datation des poteries et des céramiques par l'étude de leur thermoluminescence est issue de la physique du solide et de la physique nucléaire. Les argiles qui constituent ces matériaux contiennent, à l'état de traces des impuretés d'uranium 238 et de thorium 232 ainsi que leurs descendants radioactifs. Leur Rayonnement, joint au rayonnement γ du sol, et à celui des cosmiques provoquent une ionisation donnant lieu à un piègeage des porteurs de charges électriques. Certains de ces pièges sont assez profonds pour ne pas varier de façon sensible au cours du temps, ils ne peuvent être libérés que par un chauffage important (400°C). Au cours de la cuisson de la poterie il y a donc eu "remise à zéro" du système, ce qui entraîne une correspondance entre la quantité de pièges et l'âge de

l'objet. La recombinaison des électrons piégés et des trous au cours du chauffage peut donner lieu à l'émission de lumière, c'est la thermoluminescence (Voir note B. 4) ou à la production de courants (TSC) transitoires. L'enregistrement de ces phénomènes, puis leur reproduction par une irradation étalon pour déterminer la sensibilité de l'échantillon, suivie de la mesure du contenu radioactif de la poterie, permettent le calcul de l'âge de façon absolue. Pour plus de précision, la mesure de la dose de rayonnement reçue par l'échantillon sur le site est effectuée par des techniques relevant de la dosimétrie. La datation par thermoluminescence devrait bientôt donner aux archéologues un outil précis, pour la détermination des âges depuis l'invention par l'Homme de la poterie. Des mesures ont été effectuées sur d'autres matériaux, également remis à zéro à un moment quelconque de leur existence, avec des résultats plus ou moins encourageants (verres, laves, coquillages, ossements, etc. . .). Il faut également signaler l'utilisation de la thermoluminescence pour des tests d'authencité et la détection de faux.

La datation par l'utilisation des traces de fission spontanée de l'uranium dans les corps vitreux est une méthode pleine de promesses (Voir note B. 5) L'uranium existe, à l'état de traces, dans de nombreux composés, il est formé de deux isotopes de vie longue : l'uranium 235 (0,7 %, période = 0,713 . 10^9 ans) et l'uranium 238 (99,3 % période = 4,51 . 10^9 ans). On peut donc considérer, au point de vue qui nous intéresse, que la quantité d'uranium contenue est constante. De plus, l'uranium 238 se casse (fission) spontanément en deux noyaux plus légers avec une période de 8. 10^{15} années. Ces deux fragments sont projetés dans le matériau et laissent des traces qui ne sont détruites que par une température élevée (5 à 600°C). Après révélation, le nombre de ces traces, joint à la connaissance de la concentration de l'uranium permet de déterminer le temps écoulé depuis la dernière cuisson de l'échantillon. Cette méthode a été appliquée à des verres anciens, naturels ou artificiels, et à des roches comme le mica, l'épidote ou le zircon. Dans

les objets faits de main d'homme, la concentration en uranium est, en général, assez faible et la précision s'en ressent surtout dans le cas des traces produites par la fission spontanée. Une variante de cette technique consiste à détecter les traces laissées par les noyaux de recul qui accompagnent l'émission d'une particule α au cours de la décroissance de l'uranium et du thorium. Ces traces sont beaucoup plus courtes que les traces de fission (0,01 μm), ce qui ne facilite pas leur détection, mais leur densité est environ 4000 fois plus grande. Cette méthode, assez récente, devrait pouvoir donner des résultats excellents, malgré ses difficultés.

Le champ magnétique terrestre est caractérisé, en chaque point du globe, par trois grandeurs : sa déclinaison (angle entre le nord magnétique et le nord géographique), son inclinaison (angle entre sa direction et le plan horizontal) et son intensité. Ces trois paramètres ont varié dans le temps. Ils sont enregistrés dans les argiles cuites maintenues en position pendant et depuis leur refroidissement. Ce magnétisme thermorémanent est induit dans les oxydes de fer contenus dans l'argile lorsque la température devient inférieure à 700°C., si l'on peut mesurer ces paramètres dans des structures argileuses fixes (fours, par exemple) datées par d'autres méthodes, on pourra, inversement, utiliser les données obtenues pour dater, au moins dans la même région, d'autres structures. Enfin la connaissance de l'intensité du champ terrestre au cours des âges est d'un grand intérêt pour l'étude du radiocarbone. Cette méthode présente sans doute plus d'intérêt pour les Géophysiciens que pour les Archéologues, elle pourra en tout cas donner des résultats que si les informations, recueillies région par région, sont plus nombreuses que celles dont on dispose actuellement. Enfin, une datation obtenue par cette technique a de grandes chances de donner, non pas une date mais plusieurs, entraînant ainsi une incertitude qu'il faudra lever par d'autres méthodes.

Nous avons évoqué plus haut la méthode des anneaux de croissance d'arbres ou dendrochronologie qui a apporté une aide certaine à l'étude de Radiocarbone. Il faut y ajouter la méthode des varves laissées par les fontes annuelles de glaciers ou les sédiments abandonnés par les ruisseaux qui en sortent dans les lacs de montagne. Ces techniques chronologiques sont déjà suffisamment développées pour apporter des informations au moins sur le plan local. On peut penser que l'étude de radioisotopes produits par le rayonnement cosmique, comme le S_i^{32} (période : 650 ans) pourrait être intéressant dans le cadre de l'amélioration de ces méthodes (Voir note B. 6).

On a également étudié, dans l'espoir de pouvoir en déterminer l'âge, l'évolution dans le temps des ossements fossiles, des verres, et des obsidiennes (verres naturels d'origine volcanique utilisés comme matériau pour l'outillage (Voir note B. 7). Ces méthodes, très sensibles à la localisation géographique, ne sont guère utilisables que pour des comparaisons à l'intérieur d'un même gisement où à la détection d'un objet dont l'emplacement a été modifié. De même l'étude des pollens fossiles, considérée comme une méthode chronologique, ne peut, faute d'une connaissance approfondie de la végétation ancienne locale, que compléter d'autres sources de renseignements.

Presque toutes ces méthodes sont très "archéologiques", c'est-à-dire qu'elles supposent que l'on dispose de quantités de matériaux assez importantes. Leurs applications ont donc été souvent limitées aux découvertes des chantiers de fouilles. La datation d'un Objet d'Art, pièce unique d'un musée, où les prélèvements doivent être limités au maximum (inférieurs à quelques milligrammes) reste un très grand problème. Seules des techniques très fines, probablement isotopiques, permettront de mettre au point les méthodes non-destructives dont le besoin se fait chaque jour sentir un peu plus.

C - LES METHODES D'EXAMENS

La distinction entre examen et analyse n'est pas toujours très évidente. Nous conviendrons d'étudier ici les techniques qui permettent de comprendre les structures des objets plutôt que la composition de leurs constituants.

Il n'apparaît pas utile de parler longuement de la photographie en noir et blanc ou en couleur. Ces techniques, bien que s'améliorant chaque année, sont suffisamment développées et utilisées pour être bien connues. Tout au plus, peut-on rappeler que la photogrammétrie apporte une aide considérable à l'étude des monuments et des objets, elle permet à peu de frais d'en obtenir une image très précise, porteuse d'une grande quantité d'informations. Son emploi, une fois généralisé, sera, entre autres, un moyen de surveillance rapide des processus de dégradation. Quant à l'holographie, elle a encore trouvé très peu d'utilisations, sans doute par suite de la relative complexité de sa mise en oeuvre.

La radiographie est également une technique ayant acquis la maturité. Seule, peut-être, l'utilisation des films photographiques couleurs, donnant de meilleurs résultats pour les faibles contrastes et les applications des rayonnements de basse énergie (inférieures à 10 Kev) aux documents graphiques n'ont pas encore connu des développements importants (Voir note C. 1).

Le rayonnement infra-rouge émis par des projecteurs spéciaux peut être utilisé pour l'examen des peintures. Ses propriétés de pénétration et de réflexion, jointes au fait que l'on sait parfaitement transformer ce rayonnement en lumière visible par l'intermédiaire de convertisseurs plus ou moins complexes, rendent cette application très prometteuse. On peut utiliser cette technique pour, entre autres, l'étude du dessin préliminaire à une peinture, ou encore pour observer les modifications successives d'un tableau au cours de sa création.

La microscopie a de tout temps apporté son aide à l'étude des objets, d'optique elle est devenue, plus récemment, électronique, offrant ainsi des possibilités plus grandes à l'observation du "très petit". (Voir note C. 2). Elle offre depuis peu de nouvelles améliorations par la microscopie électronique sous haute tension, pour l'étude des objets plus épais, (Voir note C. 3), et par le procédé du balayage pour les grandes profondeurs de champ sous fort grossissement (Voir note C. 4). La dimension des échantillons à étudier est forcément un peu petite (environ 1 cm^3) mais on peut faire des répliques (sortes de moulages) de ceux que l'on ne veut pas altérer en observant leur surface.

La radiographie à l'aide de rayonnement γ émis par des sources radioactives comme l'Ir^{192} ou le Cs^{137}, est également appelée grammagraphie ; très proche de la radiographie aux rayons X, elle n'en diffère que par sa plus grande épaisseur d'utilisation possible ainsi que par l'autonomie de l'appareillage permettant son emploi sur les chantiers de fouilles en l'absence de source de courant. Elle a déjà été utilisée avec succès pour l'examen d'objets métalliques, surtout en bronze, (statues, portes, canons, etc...) et devrait pouvoir trouver d'autres applications dans les années à venir (Voir note C. 5).

A l'inverse, pour de faibles profondeurs de pénétration, on peut utiliser la bétagraphie ou radiographie à l'aide de rayonnement β provenant de sources radioactives comme le C^{14} ou le Ni^{63}. Cette technique est, comme la radiographie de basse énergie, particulièrement utile pour l'examen des documents, des tissus, des cuirs, etc... Elle est cependant beaucoup plus commode : la manipulation, sans danger de ces sources portatives étant très aisée (Voir note C. 6).

Les neutrons extraits des réacteurs nucléaires ou produits au moyen d'accélérateurs de particules et de cibles tritiées peuvent être utilisés pour produire des images des objets soumis à leur flux. L'absorption de ces neutrons par les matériaux qu'ils traversent est très

différente de celle des photons γ ou des rayons X, ceux-ci sont d'autant plus atténués qu'ils rencontrent des atomes de numéro élevé (Barium, Plomb, Uranium, par exemple). Alors que, très grossièrement, on peut dire que les neutrons sont plus absorbés par les atomes légers (H, Li, B, C, etc. . .). La neutrographie permet ainsi de déceler, par exemple, les composés organiques au milieu de métaux (Voir note C. 7). C'est probablement parce que cette méthode est assez lourde à mettre en oeuvre qu'elle n'a pas, jusqu'ici, rencontré d'applications dans le domaine de l'étude des biens culturels. Mais peut-être est-ce aussi, tout simplement, parce qu'il n'est pas toujours très commode de disposer d'un réacteur nucléaire ?

D - LES METHODES D'ANALYSES

Dans la majeure partie des cas, le choix et l'extraction de la quantité de matière nécessaire à l'analyse des constituants d'un objet est du ressort des spécialistes de musées ou des archéologues. Notre seul rôle est de donner des indications suffisantes pour que ce prélèvement soit utilisable le mieux possible. En archéologie, les quantités de matériaux sont en général assez importantes pour pouvoir en distraire une part à des fins d'analyses destructives. Dans le cas des objets de musées, chaque prélèvement est une atteinte à leur intégrité. Il faut donc, soit ne pas en faire et utiliser des types d'analyses dites non-destructives, soit prélever des échantillons assez petits pour ne pas altérer l'objet (1 mg par exemple) ce sont les analyses microdestructives. Il faut ajouter à ces notions le fait que l'on puisse ou non, après l'analyse, conserver en archives l'échantillon prélevé, ceci en vue d'autres essais ou simplement pour reprendre les mesures dès que la technique aura suffisamment évolué. En résumé, on peut dire qu'il faut utiliser le moins possible de matière, en gardant à l'esprit le fait qu'il faut tout de même que l'échantillon représente valablement l'objet, ce qui n'est peut-être pas toujours le cas pour des masses inférieures au milligramme.

Les techniques d'analyses sont extrêmement nombreuses, la plupart trouvent un champ d'application dans l'étude des biens culturels. Certaines de ces méthodes sont assez connues pour que nous ne fassions que les mentionner, nous réservant, au contraire, de parler un peu plus longuement de techniques plus récentes, plus performantes ou plus inhabituelles.

On trouvera dans les notes placées en annexe de ce texte quelques éléments sur : l'analyse chimique par voie humide (Voir note D. I), par des méthodes électrochimiques comme la potentiométrie, la polarographie, l'ionométrie, etc... (Voir note D. 2),

par colorimétrie et fluorimétrie (Voir note D. 3), par spectrophotométrie d'absorption moléculaire I.R, Visible, U. V. (Voir note D. 4). Toutes ces méthodes ont été assez largement employées dans les analyses de pigments de peinture, de liants, de vernis, ou encore pour l'étude des colorants des enluminures de manuscrits. Nous ne parlerons pas non plus de la spectrophotométrie d'absorption atomique (Voir note D. 5) ni de la spectrographie d'émission (Voir note D. 6) celle-ci ayant été utilisé avec succès, par exemple, dans l'analyse des métaux, des verres, des poteries anciennes.

Les techniques d'analyse thermique, généralement différentielle, dans lesquelles on mesure les variations d'une propriété physique de l'échantillon au cours d'un cycle de chauffage (Voir note D. 7), permettent de distinguer les différentes phases successives du matériau. On peut en déduire des données sur la technologie qui lui a donné naissance : température de cuisson, traitements thermiques, etc.... Elles sont souvent associées à la cristallographie par diffraction de rayons X (Voir note D. 8) pour l'étude des minerais et des roches. Ces méthodes sont destructives les quantités nécessaires étant de l'ordre de quelques grammes.

La fluorescence X est une technique d'analyse de surface particulièrement précieuse. Sous l'action des rayonnements produits par un tube à rayons X ou un accélérateur l'échantillon réémet un rayonnement X secondaire, dit de fluorescence, qui caractérise le matériau analysé (Voir note D. 9). Cette méthode permet de détecter les atomes du numéro atomique II (Sodium) au numéro 92 (Uranium) avec une très bonne sensibilité. Elle a été utilisée, de façon non-destructive, seul un léger polissage étant parfois utile, pour l'étude de la composition de surface de pièces de monnaies, de poteries, de bijoux, etc...

Les systèmes de microsonde électronique dérivent de ces mêmes principes. L'impact sur une cible d'un faisceau d'électrons focalisé provoque l'émission d'un pinceau très fin de rayons X primaires (diamètre de l'ordre de 0,01 mm). L'analyse du rayonnement de fluorescence est effectuée soit par un spectomètre à cristal et un compteur de Geiger ou à scintillation, soit directement par un

compteur proportionnel dans le cas de l'étude des numéros atomiques de 6 (Carbone) à 12. Le pointé et l'observation de la zone étudiée sont facilités par l'utilisation d'un microscope optique (Voir note D. 10). De plus certains appareils sont dotés d'un système de balayage permettant d'effectuer des profils ou des images de la composition chimique d'un échantillon. Ces dispositifs ont été utilisés pour l'étude de presque toutes les catégories d'objets anciens, mais plus particulièrement sur des coupes effectuées dans l'épaisseur de prélèvements faits sur des peintures. Le remplacement du faisceau d'électrons par un faisceau de protons devrait théoriquement permettre une amélioration de ces techniques, surtout sur le plan de la sensibilité aux très faibles concentrations.

On peut utiliser comme rayonnement primaire, celui émis par des radioisotopes. Les sources les plus utilisées sont : Fer-55 (émetteur X), Polonium-210 (émetteur α), Américium-241 (émetteur γ), Cobalt-57 (émetteur γ), etc. . . , avec des activités de l'ordre de quelques millicuries. De tels dispositifs sont en général moins ponctuels (quelques cm^2), et moins sensibles que ceux utilisant comme faisceaux primaires des rayons X ou des électrons, mais ils ont l'avantage de disposer d'une source d'émission très stable. De plus, la tête de mesure peut être portable et permettre ainsi des analyses in-situ dans des endroits peu accessibles ou sur un chantier de fouilles (Voir note D. 11).

L'analyse par activation a beaucoup progressé depuis une dizaine d'années au cours desquelles elle a été utilisée pour l'étude d'une très large variété de problèmes. Elle consiste à soumettre un échantillon ou un objet à un flux de particules : neutrons thermiques ou rapides, protons, deutons ou même à des photons de grande énergie, puis à examiner les rayonnements γ ou les émissions de particules α ou de protons, témoins des réactions nucléaires produitent par le faisceau incident sur l'échantillon (Voir notes D. 12 et D. 13). Cette méthode est

extrêmement sensible, elle permet de détecter des impuretés à des niveaux très bas, de l'ordre de 10^{-13} à 10^{-6} grammes selon les éléments (1). La quantité de matière nécessaire varie selon les méthodes de quelques dizaines de milligrammes à quelques grammes, et, sauf s'il y a eu séparation chimique, l'échantillon prélevé peut être conservé en archives. Cette grande sensibilité a permis l'emploi de l'analyse par activation pour étudier des problèmes aussi complexes que l'origine des poteries et des marbres antiques, la détermination de certains courants commerciaux, la technologie de la fabrication des métaux, ou l'influence des difficultés économiques sur le taux réel des monnaies. L'analyse étant, contrairement à la fluorescence X, massive, on a pu étudier, en combinant ces deux techniques l'enrichissement de surface des objets faits d'alliages nobles au cours de leur séjour dans le sol. Enfin, dans le domaine des peintures, l'étude des impuretés contenues dans les pigments utilisés par les différents artistes semble être pleine de promesses.

Une technique d'analyse plus qualitative, basée sur l'activation par des neutrons, a été décrite sous le nom d'autoradiographie. Elle consiste à irradier la totalité de l'objet, le rendant ainsi légèrement radioactif. On détermine alors par des méthodes photographiques, à l'aide de différents écrans et à des intervalles de temps réguliers, la période et l'énergie moyenne du flux de particules β et du rayonnement γ émis par chacun des points de l'objet. Cette méthode nécessite une très bonne reproductibilité du développement photographique pour pouvoir obtenir des résultats semi-quantitatifs. Elle pourrait sans doute être améliorée par l'utilisation des techniques de spectrométrie et par un traitement automatique des informations recueillies.

---

(1) - Il faut cependant noter que certains éléments, comme le plomb, ne s'activent absolument pas, et que d'autres ont besoin d'une telle irradiation qu'ils doivent être détruits après l'analyse.

Les diverses méthodes de chromatographie, sur papier ou couche mince, sur colonne ou en phase gazeuse ont été largement utilisées, le plus souvent, pour l'étude des liants picturaux, des pigments et des huiles. Elles ont été également employées pour l'identification de certains matériaux comme l'ambre. Plus généralement, on les utilise chaque fois que l'on a affaire à des mélanges complexes de produits organiques. Leur sensibilité est de l'ordre du microgramme par gramme et l'échantillon est détruit par dissolution (Voir note D. 14). Une extension intéressante est le couplage d'un dispositif de chromatographie gazeuse avec un spectromètre de masse. Les différents constituants du mélange à analyser sont amenés par le chromatographe, les uns après les autres, à l'intérieur de la source d'ions du spectromètre. Portés à l'état de vapeur ils y produisent alors un spectre de masse que l'on peut enregistrer rapidement. On peut ainsi identifier, par comparaison avec des spectres étalons, jusqu'à une quarantaine de constituants du mélange (Voir note D. 15).

La spectrométrie de masse est une méthode d'analyses des ions produits à partir d'un échantillon, puis séparés selon le rapport de leur masse à leur charge électrique par l'action de champs électriques et magnétiques. Le choix de la méthode de production des ions dépend, en général, de la nature du matériau à étudier : source à bombardement électronique pour les gaz et les composés vaporisables, source à étincelles dans le cas des solides conducteurs ou non, source à émission thermoionique pour les matériaux solubles, source à bombardement ionique pour les échantillons solides. Chacun de ces types d'émission d'ions possède ses caractéristiques propres. C'est ainsi que la source à étincelles est très bien adaptée à la fourniture d'ions représentatifs de matériau difficile à vaporiser (Voir note D. 16), alors que la source thermoionique, dont l'émission est moins représentative de la composition de l'échantillon, est très sensible et particulièrement adaptée aux mesures d'abondance ou de rapports isotopiques ($0^{16}/0^{18}$, par exemple). De plus, associée à la dilution

isotopique elle permet de mesurer des traces d'impuretés jusqu'à 10^{-10} g/gramme (Voir note D. 17). Dans tous les cas, la mesure des ions classés se fait, soit par un dispositif électronique, soit par une plaque photographique sur laquelle les différents ions sont inscrits sous forme de raies. Les spectromètres de masse ont été utilisés pour l'analyse fine de groupes d'objets en bronze, dans le but de déterminer les provenances des minerais employés à leur fabrication, ou encore pour l'étude de pigments de peintures et de miniatures, ceci afin de pouvoir reconnaître ces pigments, leur origine géographique, leur âge, etc... En analyse isotopique, mis à part l'étude des isotopes de l'oxygène pour la détermination des paléotempératures, ils ont surtout été employés pour l'analyse isotopique du plomb, permettant soit de reconnaître l'origine des minerais, soit de déterminer l'âge de certains pigments (Plomb-210).

Le spectromètre de masse à bombardement par des ions peut être modifié pour obtenir un appareillage appelé sonde ionique, en transformant les optiques électriques et magnétiques destinées à séparer les ions en un véritable microscope ionique. On peut alors obtenir soit un spectre de raies comme indiqué précédemment soit une image qui représente masse par masse la situation de chaque élément dans l'échantillon. De plus, cette méthode permet d'effectuer la stratigraphie de la répartition, car au cours du bombardement il y a érosion de l'échantillon. On obtient donc le profil de distribution des éléments en profondeur. Cette méthode, assez récente, n'est encore que qualitative. L'échantillon relativement petit (diamètre : 0,5 mm) peut être conservé après étude. (Voir étude D. 18).

Enfin on peut remplacer le système d'émission d'ions habituel par le faisceau d'un laser à rubis émettant une impulsion de lumière brève focalisée sur l'échantillon. Sous l'impact de ce flux de photons, environ 10^8 Watt/cm^2, la matière de la surface de l'échantillon est à la fois vaporisée et ionisée. Les ions produits sont déviés par

l'appareil de façon classique pour obtenir un spectre de raies sur une plaque photographique. Cette analyse s'applique aussi bien aux matériaux conducteurs qu'aux isolants. Elle est encore semi-quantitative. Comme pour la sonde ionique l'échantillon peut être conservé, les dimensions de l'impact du faisceau laser étant assez faibles (diamètre : 0,2 mm, profondeur : 0,5 μm) (Voir note D. 19).

On peut également utiliser l'impact d'un faisceau laser sur un objet ou un échantillon comme méthode de prélèvement, soit en recueillant les produits vaporisés sur du verre, du quartz ou du mylar et en les analysant par d'autres techniques, soit en étudiant comme dans la spectrographie d'émission la lumière émise au moment de l'impact. Cette dernière solution est assez complexe étant donnée la brièveté de l'éclair, et la première méthode n'est pas très reproductive des éléments de l'échantillon. Bien que la tache de l'impact soit du même ordre de grandeur ou même un peu plus large que dans le cas de la microsonde électronique, les dispositifs à laser devraient se développer car ils présentent l'avantage de ne pas être obligés de travailler sous vide et permettent ainsi d'examiner des objets plus importants.

Sans émettre la prétention d'avoir examiné les possibilités dans le domaine des biens culturels de toutes les méthodes d'analyse, nous espérons, malgré tout, avoir, par ces quelques lignes, apporté un élément destiné à faciliter le dialogue entre les spécialistes des objets d'art, les archéologues, et les spécialistes de l'Analyse.

E - QUELQUES APPLICATIONS PARTICULIERES

Dans les chapîtres précédents, nous avons essayé de montrer quelles étaient les possibilités des techniques modernes pour une meilleure connaissance d'un objet. Mais la connaissance, même très fine et très détaillée, d'une poterie, d'un tableau, d'une pièce de monnaie ou d'une statue n'est rien si on ne compare pas toutes les données acquises, à l'occasion d'une étude particulière, avec toutes celles déjà précédemment apprises. C'est de cette comparaison, de cette synthèse des résultats, que peuvent sortir de meilleures connaissances historiques, économiques ou technologiques. Nous verrons plus loin que de tels travaux peuvent également nous donner des indications sur l'authenticité des objets.

Seule l'utilisation massive des possiblités offertes par l'informatique peut aider les historiens d'Art au moment de la dernière synthèse : celle qui s'exprime par un fait historique. C'est à ce stade que les scientifiques doivent s'effacer pour laisser la place à des hommes dont la vaste culture, la parfaite connaissance de la psychologie des races et des individus est l'élément indispensable pour écrire l'histoire.

Enumérer les actions de l'ordinateur serait fastidieux, car il est une aide importante à chaque pas : pour la recherche bibliographique, pour les calculs qui font de mesures des résultats comme moyen de retrouver un phénomène passé inaperçu, comme moyen d'estimer la valeur d'une hypothèse, comme outil de simulation, comme procédé de classement et de comparaison des résultats, etc... Mais il faut bien garder en mémoire qu'une telle machine ne sait faire que ce qu'on lui a appris et qu'il est absolument nécessaire de lui "mâcher" le travail si l'on veut obtenir satisfaction. Ceci rend pratiquement obligatoire le recours à ces "interprètes" que sont les ingénieurs des bureaux de calculs (Voir note E.1).

Dans notre civilisation qui confond trop souvent prix et beauté, le marché des objets d'authenticité plus que douteuse augmente sans cesse. Un auteur américain estime à 50 millions de dollars le montant des achats d'objets faux effectués, chaque année, par ses compatriotes. Tous les musées du monde possèdent et achètent de telles pièces. La lutte contre ces intrusions doit s'intensifier et presque toutes les techniques précédemment décrites peuvent être utilisées dans ce but et tout spécialement les méthodes non-destructives. Ainsi, par exemple, la thermoluminescence, même grossière, est un moyen de détecter les poteries d'origine récente. D'autres méthodes comme l'analyse par activation, la mesure de la radioactivité α naturelle, la recherche des impuretés du blanc de plomb, peuvent être employées avec succès. Cependant, quelles que soient la précision et la valeur de ces analyses, elles ne peuvent seules apporter des conclusions. Les résultats doivent obligatoirement être confrontés avec les connaissances que possède, sur un objet déterminé, l'homme de musée à qui, en définitive, restera la décision.

Un autre problème très important est celui posé par la protection des oeuvres. Ici ausso c'est la lutte du glaive et du bouclier, et à lire la presse quotidienne, il semble bien que le glaive l'emporte sans trop de difficultés. Peut-être un jour assisterons-nous à la mise au point dans un laboratoire d'Etat, soumis au secret, d'un nouveau dispositif de protection particulièrement difficile à déjouer. Alors le bouclier l'emportera pour quelques temps au moins

CONCLUSION

Ce n est pas une conclusion qu'il faut rédiger ici, mais bien plutôt une introduction ou une préface :

Le premier pas d'une action qui devrait être enthousiaste et exhaltante, qui, en nous apportant des horizons nouveaux, devrait aider ceux qui s'occupent de Notre Patrimoine à en assurer une meilleure connaissance et une meilleure conservation.

ANNEXE I

LA CONSERVATION

Ce texte de Novembre 1971 reste valable, on trouvera cependant à sa suite une mise à jour de l'état d'avancement des recherches.

COMMISSARIAT A L'ENERGIE

ATOMIQUE

Novembre 1971

UTILISATION DU RAYONNEMENT GAMMA DANS LA CONSERVATION DES BIENS CULTURELS

L. de NADAILLAC

Au lendemain de l'exposition internationale sur les utilisations pacifiques de l'Energie Nucléaire, qui s'est tenue à GENEVE en Septembre dernier, il nous semble opportun de montrer les perspectives qui apparaissent pour une application sortant un peu du domaine habituel : l'utilisation du Rayonnement Gamma pour la conservation de notre patrimoine. Avant de développer les recherches actuellement en cours, il est nécessaire de voir comment un tel programme a été conçu.

A - LE CHOIX DES OBJECTIFS

Cette phase de la recherche est caractérisée par la juxtaposition de deux éléments : les possibilités et les besoins.

a) - Les possibilités offertes par le rayonnement gamma

Le rayonnement gamma est produit à partir de sources radioactives formées de radioéléments comme le Cobalt 60 fabriqué par irradation de cobalt naturel dans des réacteurs nucléaires, ou le Césium 137 extrait des combustibles usés de ces mêmes réacteurs. Il est de nature électromagnétique et ne peut induire de radioactivité dans les matériaux soumis à son action. Dans l'application envisagée les propriétés utilisables sont les suivantes :

- Destruction biologique : la dose mortelle de rayonnement varie selon les espèces. Elle est, très grossièrement, inversement proportionnelle au stade d'évolution de celles-ci : 500 Rads (1)

---

(1) Unité de dose absorbée = 100 ergs/g.

pour l'homme, 20 à 50.000 pour les insectes, 2 à 5 MRads pour les bactéries et les virus.

- "Catalyseur" de polymérisation : le rayonnement agit sur les monomères (Matières plastiques liquides) comme un catalyseur chimique et provoque la création de liens conduisants à l'obtention de polymères solides, par une réaction plus facile à contrôler que le processus chimique habituel.

- Initiateur de greffage : par un procédé assez voisin, on obtient la réunion d'une ou plusieurs molécules sur une autre, conduisant à des composés qui présentent des propriétés de leurs parents.

Le rayonnement gamma a un pouvoir de pénétration élevé. Cet avantage par rapport à d'autres formes de rayonnement entraîne la nécessité de protections importantes destinées à permettre son emploi en toute sécurité. Ceci oblige pratiquement à utiliser des installations fixes.

Les radioéléments émetteurs, qui jusqu'à ces dernières années étaient produits en quantités relativement faibles, sont maintenant disponibles en activités importantes. De plus ils sont déjà très employés dans des installations de production industrielle.

Connaissant les possibilités ouvertes par ces nouveaux moyens, il était nécessaire d'essayer de comprendre quels étaient les problèmes de la Conservation.

b) - Les besoins

Lorsqu'on pense patrimoine, on songe le plus souvent aux grandes oeuvres, alors que le problème essentiel n'est pas là, mais bien dans la multitude des objets plus ordinaires. Nous avons examiné les besoins matériau en portant notre attention sur le Bois, la Pierre, et les Fibres (papier et tissus). En gardant présent à l'esprit la notion de traitement de

masse, nous avons essayé de dégager quelques idées directrices dans chaque catégorie.

- Les objets principalement en bois se trouvent dans diverses "collections". Les musées d'Ethnographie, au sens large du terme, présentent deux caractéristiques : d'une part, les objets y sont très nombreux et et d'une grande variété de matériau, d'autre part le nombre des pièces croît presque chaque jour. Les musées "classiques" présentent des collections plus homogènes, qui ne s'augmentent qu'avec des pièces plus saines. Les musées "modernes" par l'intervention des matériaux nouveaux ou des formes artistiques nouvelles (Pop-Art, Eat-Art, etc...), posent ou poseront des problèmes de conservation très particuliers. Le Mobilier National dont les collections doivent en plus de leur caractère exceptionnel assurer un usage quotidien. Les "Grands Ensembles" (Versailles, Fontainebleau, etc...) ajoutent à leur mobilier, leurs boiseries, leurs parquets, et tous les problèmes relatifs au monument proprement dit.

- Dans un domaine voisin, il faut citer les difficultés de conservation posés par les bois que l'on découvre périodiquement dans les fouilles lacustres ou sous-marines et pour lesquels les techniques actuelles semblent insuffisantes.

- Les objets en pierre sont sans doute moins nombreux, moins variés, mais ils présentent souvent des difficultés de démontage ou de manutention. Fréquemment à l'extérieur, ils se trouvent soumis aux mêmes atteintes que nos munuments. L'accélération de leur dégradation au cours des dernières années rend leur problème peut-être plus urgent que les autres.

- Pour les papiers et les tissus, nous n'évoquerons que les collections de périodiques. La conservation de leur support, destiné à disparaître rapidement, est un problème difficile.

Nous avons poursuivi cette analyse des besoins par des visites aux personnes qui, en France et à l'Etranger, sont chargées de la sauvegarde des biens culturels. Puis, par des réunions, nous avons établi une ébauche du programme de recherches, qui, grâce aux remarques et aux conseils d'un certain nombre de spécialistes, nous a permis d'établir par la suite le programme définitif.

B - LE PROGRAMME

Ce programme a été, un peu arbitrairement, divisé en cinq chapitres :

- Etude de la destruction des insectes, qui comprend l'influence du rayonnement non seulement sur les insectes ou leurs larves, mais aussi sur les matériaux : bois, tissus, colorants, laques, etc...

Cette partie doit aller jusqu'à la réalisation d'un traitement pilote, y compris les problèmes annexes (transport, assurances, emballages, etc...).

- Etude de l'imprégnation des bois secs, qui comprend le choix du ou des monomères, la mise au point d'une technique préservant les qualités esthétiques de l'objet, même dans le cas de la polychromie.

Cette partie contient quelques annexes comme : comportement dans un incendie, étude des propriétés mécaniques et des conséquences de leur amélioration (Usinage, perçage, clouage, collage, etc...).

- Etude du traitement des bois gorgés d'eau avec la recherche d'une méthode plus efficace et plus rapide que les techniques actuelles, débouchant, après des essais démonstratifs sur un traitement pilote.

- Etude de l'imprégnation de la Pierre (calcaire, Grès, Marbres, briques, terres cuites ou crues où, après avoir choisi le meilleur monomère et mis au point la technique de traitement, il faudra effectuer des essais de comportement dans des milieux agressifs, en n'oubliant pas les problèmes particuliers posés par le poids des objets.
- Etude du traitement des papiers et des tissus. Les techniques de greffage ayant été déjà très étudiées, il faut comparer leurs résultats, dans cette application, pour choisir celle qui n'apporte pas d'altération aux documents ou à ce qu'ils supportent. C'est dans ce chapître que, par commodité, nous avons mis l'étude de l'action du rayonnement sur les champignons.

Un tel programme ne peut se développer de façon satisfaisante sans la mise en place d'un certain nombre de moyens aussi bien en personnel et matériel que financier. Il nous semble évident que le budget de ces recherches devrait provenir, au moins partiellement, du mécénat, qu'il soit privé, industriel ou de fondation. Jusqu'à présent le financement a été assuré par le Commissariat à l'Energie Atomique, aidé depuis quelques mois et pour une durée d'un an, par la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique sous la forme d'une subvention au Conseil International des Musées (ICOM). Cette subvention a permis d'étoffer notre action en renforçant notre équipe et en finançant des études effectuées par d'autres laboratoires. Les moyens matériels sont fournis par la Section d'Application des Radioéléments aidée, dans la mesure de leurs possibilités, par d'autres services du C.E.A. (Documentation, Chimie, Ateliers, Sécurité, etc...).

C - L'ETAT D'AVANCEMENT

L'exécution de ce programme a commencé de façon constructive en Octobre 1970. Après un an de travail on peut déjà

établir un premier bilan de nos activités dans chacun des chapitres précédemment décrits.

- Dans l'étude de la désinsectisation (Voir "in fine" l'état d'avancement du chapitre désinsectisation), nous avons pu montrer que 100 traitements de 50.000 Rads ne modifiaient pas de façon sensible les propriétés mécaniques et l'aspect du bois. Il a fallu pousser l'expérience jusqu'à 1.000 traitements pour voir apparaître des différences mesurables. Dans le cas des tissus, on perd environ 30% de leurs propriétés après les 100 traitements.

Nous n'avons malheureusement, pour de multiples raisons, effectué des essais sur les divers pigments et colorants que l'on trouve habituellement sur les bois.

- Pour l'étude de l'imprégnation, nous avons, après quelques essais au Métacrylate de Méthyle peu satisfaisants dans certains cas, choisi d'utiliser un mélange de Styrène et de Polyester. Cette composition donne, dans le cas des bois très altérés, des résultats bien supérieurs sur le plan de la consolidation. (Voir l'état d'avancement du chapitre "imprégnation").

Dans le même temps, nous avons entrepris une étude systématique des monomères et de leurs mélanges selon un certain nombre de critères (prix, aspect, densité, chaleur de polymérisation, conditions de manipulation, etc...). Ceci afin d'essayer de trouver "la" meilleure formule pour ce genre d'applications. L'organisation d'une étude de la tenue de la polychromie au cours de l'immersion dans un monomère est en cours, les problèmes sont très nombreux car il est difficile de collecter des échantillons d'origine et il n'est peut-être pas très démonstratif de travailler sur des échantillons "artificiels". Enfin, les premiers résultats sur le comportement au feu ne montrent que les objets traités ne brûlent ni mieux, ni beaucoup plus mal qu'avant leur traitement.

- Dans le domaine des bois gorgés d'eau (Voir l'état d'avancement du chapitre "bois gorgés d'eau"), nous avons, avec l'aide du Centre International d'Etudes pour la Conservation et la Restauration des Biens Culturels (Rome)[1] lancé une enquête sur les méthodes actuellement utilisées. Parrallèlement, nous avons mis au point une technique de traitement, basée sur l'extraction liquide-liquide, dont les résultats sont très encourageants.

- L'étude du traitement de la Pierre (Voir l'état d'avancement du chapitre "Pierre"), commencée depuis moins longtemps, nous donne de bons résultats. Nous utilisons le même mélange que pour le bois. L'augmentation des propriétés mécaniques et la diminution de la porosité sont, dans la plupart des cas, très intéressantes, mais il y a un problème en ce qui concerne l'apparence des pierres traitées qui gardent un aspect mouillé.

- L'étude du greffage des papiers et tissus n'est pratiquement pas commencée. Dans ce chapitre, nous avons seulement étudié le comportement des champignons à l'irradation : sauf cas exceptionnels, la destruction des champignons sur le papier par le rayonnement gamma est à proscrire. Les doses nécessaires sont en effet trops élevées et les dégâts causés au support plus importants que par d'autres méthodes comme la stérilisation par les gaz.

Dans le même temps, nous avons effectué quelques traitements expérimentaux d'objets en bois, pour nous aider à prendre conscience des problèmes posés par la pratique de ces traitements. C'est ainsi que nous avons réalisé l'imprégnation du parquet (XVIIIè siècle) du futur musée Stendhal de Grenoble. Celui-ci par ses 4500 Kgs, nous a donné une idée assez nette de la notion de traitement de masse !

Les spécialistes de conservation que nous avons rencontré ces dernières années nous ont montré les problèmes posés par la

grande quantité des objets à protéger. Pour compléter ces informations nous avons demandé au Service de l'Inventaire Général des Monuments et des Richesses Artistiques de la France de nous fournir quelques éléments statistiques. On ne peut encore parler de "sondage" mais ces renseignements nous aident à mieux comprendre l'importance que pose la conservation d'un tel patrimoine. De plus, la répartition des objets entre les diverses catégories nous aidera à orienter nos efforts de façon plus constructive.

Le progrès scientifique et technique nous a apporté beaucoup. Dans certains domaines, et la conservation du patrimoine est de ceux-là, il a malheureusement accéléré les processus de dégradation et mis en périls l'héritage des générations antérieures. Notre programme de recherches devrait pouvoir apporter des solutions nouvelles permettant ainsi d'enrayer, au moins partiellement, cette disparition qui semble inéluctable.

CONSERVATION

ETAT D'AVANCEMENT EN MARS 1972

Désinsectisation

Les résultats de l'étude de l'action du rayonnement γ sur le bois lui-même seront publiés prochainement. On étudie la possibilité de continuer cette étude par l'action sur les tissus.

Imprégnation

Nous n'avons pu poursuivre l'étude systématique des monomères. L'organisation de l'étude de l'action de l'imprégnation sur la polychromie s'est poursuivie : les premiers essais commenceront avant la fin de cette année et se poursuivront pendant plusieurs mois.

Bois gorgés d'eau

Le choix du couple monomère-solvant a été revu pour ne pas altérer les dimensions des objets. On suit maintenant le comportement dans le temps d'échantillons traités.

Pierre

Le problème de l'apparence des pierres traitées est maintenant résolu. Il sera sans doute préférable d'utiliser un mélange d'imprégnation dont le polymère soit plus "souple", afin d'améliorer la résistance aux chocs thermiques des objets traités.

ANNEXE 2 : LES POSSIBILITES DU C.E.A.

A.1 et 2 Un service de Pierrelatte est équipé pour réaliser des photographies aériennes par le procédé Infra-rouge "fausses-couleurs".

A.3 La mesure du contenu en phosphates est réalisable dans pratiquement tous les centres.

A.4 et 5 Une équipe de prospection par magnétométrie existe à Grenoble. C'est un système différentiel, fonctionnant en continu entre une station fixe et une station mobile reliée par radio. La sensibilité est de l'ordre de 0,02 γ et l'exploitation des résultats est faite sur ordinateur. Pour des prospections détaillées, il faut compter 2500 à 5000 m^2 par jour. Une version sous-marine est envisagée. La même équipe peut développer tout dispositif de prospection électromagnétique.

B.1 Pour la datation par le radiocarbone, les principales possibilités se trouvent à Gif sur Yvette au centre des faibles radioactivités. Une autre installation se trouve à Marcoule. Enfin, on peut effectuer la datation des carbonates à Grenoble.

B.2 La datation par le Potassium-Argon est effectué au Centre des Faibles Radioactivités de Gif sur Yvette.

B.3 Ce même centre est équipé pour la datation par le Thorium 230.

B.4 Egalement étudiés au Centre des Faibles Radioactivités. Il faut signaler l'existence sur le centre de Fontenay aux Roses de spécialistes des mesures de thermoluminescence.

B. 5. La datation par les traces de fission ont été étudiées au Centre des Faibles Radioactivités ainsi qu'au centre de Fontenay aux Roses. Par contre, la méthode des traces des noyaux de recul n'a pas, à notre connaissance, été encore étudiée.

B. 6 La méthode de chronologie par la mesure du Silicium-32 a été utilisée à Grenoble pour la datation des glaces fossiles. Elle pourrait sans doute être employée pour les varves des derniers millénaires. Le centre de Marcoule et le Laboratoire Pierre Süe sont également équipés pour les mesures fines du rayonnement β émis par ce radioisotope.
Signalons encore que la datation des eaux fossiles par le Tritium issu des expériences thermonucléaires est effectuée au Centre de Grenoble.

B. 7 Le centre de Marcoule est équipé pour l'étude de l'hydratation des obsidiennes par l'interprétation des spectres infra-rouge.

Toutes ces méthodes sont destructives, les prélèvements variant de quelques dizaines de milligrammes pour la thermoluminescence à quelques grammes pour les méthodes par radioisotopes.

C. 1 La radiographie est très largement utilisée sur tous les centres. L'utilisation des films couleurs a été également développée, entre autre à Grenoble.

C. 2 Les microscopes électroniques sont très nombreux : plus de 8 sur le Centre de Saclay, 9 à Grenoble, etc. . . Ils fonctionnent avec des tensions de l'ordre de 100 à 200 KV. Les échantillons doivent se présenter sous forme de plaques de 1000 à 2000 Å d'épaisseur.

C. 3 Un microscope électronique à haute tension (1 MV) permettant l'examen d'échantillons plus épais, environ 1 μm, sera mis en service à Grenoble à la fin de 1972.

C. 4 Les microscopes électroniques à balayage existent à Saclay (au moins 2 appareils), à Grenoble (2 appareils), à Pierrelatte (1 appareil), etc... Les échantillons doivent s'inscrire dans un volume de 10 X 10 X 5 mm environ et être métalliques ou métallisés. Le procédé est donc destructif par prélèvement mais ceux-ci sont archivables. La caractéristique de ces appareils est leur grande profondeur de champ, quelques 30 μm à un grossissement de 2000, par exemple.

C. 5 L'utilisation de la grammagraphie est très généralisée, on trouve de tels appareils sur tous les centres. Comme la radiographie, ce procédé n'est pas destructif.

C. 6 La bétagraphie est moins employée, on ne trouve cette technique, semble-t-il, qu'à Saclay.

C. 7 La neutrographie est développée, tant avec des réacteurs nucléaires qu'avec des accélérateurs d'électrons, à Saclay et à Grenoble. Les objets étudiés peuvent être de grande taille (quelques m^2) et la méthode n'est pas destructive.

D. 1 Les méthodes d'analyse par voie humide sont très largement utilisées dans tous les centres.

D. 2 Les méthodes électrochimiques sont particulièrement développées à Pierrelatte, Marcoule, Saclay, Grenoble, Bruyères le Chatel, Fontenay aux Roses. La sensibilité est fonction de la méthode utilisée, de l'élément à doser, de la matrice, dans les meilleures conditions, elle atteint 0,001% et la précision peut etre de 0,2 à 0,3%. L'échantillon (de 0,5 à quelques grammes) est

D. 3 La colorimétrie et la fluorimétrie sont employées à Pierrelatte, Marcoule, Saclay, Bruyères le Chatel, Grenoble, etc...

D. 4 Les spectrophotomètres sont très nombreux : une quinzaine à Grenoble, au moins autant à Saclay, 34 à Pierrelatte, etc... La sensibilité atteint 10^{-5} sans séparation chimique de l'élément à doser, 10^{-6} avec séparation. La précision est de l'odre de 2 à 3% pour des concentrations de l'ordre de 1%. L'échantillon est évidemment détruit par dissolution. La quantité nécessaire est de un à quelques grammes.

D. 5 Bien que moins nombreux que les précédents, on trouve des spectrophotomètres d'absorption atomique à Pierrelatte (2 appareils), Marcoule (3), Fontenay aux Roses, Gif sur Yvette, Grenoble (2 appareils dont l'un équipé d'un passeur automatique d'échantillons). La sensibilité atteint selon les éléments 0,01 μg/ml à 20 μ g/ml. La précision et la qualité de matière nécessaire sont du même ordre de grandeur que pour les spectrophotomètres. L'échantillon est également détruit.

D. 6 La spectrographie d'émission est très employée. On trouve un ou plusieurs appareils dans presque tous les centres. Ce type d'analyse est panoramique, c'est-à-dire que l'on peut doser simultanément plusieurs éléments d'un même échantillon. La sensibilité est de l'odre de 10^{-6} g/g, mais peut atteindre 10^{-9} par des séparations chimiques. La précision est de quelques %. Pour mener à bein l'analyse, il faut disposer de quelques grammes de matériaux. Cette méthode est destructive pour les échantillons non-métalliques, et provoque une légère altération de surface dans le cas des échantillons métalliques.

D. 7 Les techniques d'analyse thermique sont développées à Fontenay aux Roses, Pierrelatte, Saclay, Marcoule et Grenoble.

D. 8 La cristallographie par l'examen des spectres de diffraction des rayons X est employée à Saclay, Pierrelatte, Fontenay aux Roses, Bruyères le Chatel et Grenoble.
C'est une méthode d'analyse des structures, mais associée à un compteur proportionnel elle peut devenir quantitative. Lorsqu'on est en présence de structures très voisines, il faut obligatoirement compléter cette technique par d'autres méthodes. Les quantités de matière sont de l'ordre du gramme et l'échantillon est broyé.

D. 9 La fluorescence X dispersive est utilisée à Pierrelatte, Marcoule, Fontenay aux Roses et Grenoble. C'est une analyse panoramique de surface dont la sensibilité peut atteindre 10^{-5} g/g pour des éléments de numéro atomique compris entre 11 et 92. La précision est de l'ordre de 1%. Cette analyse est généralement non destructive, pour les métaux elle peut même être effectuée sur un emplacement légèrement poli. De plus, on peut opérer sur des frottis faits par un disque d'alumine frotté sur les objets puis analysé.

D. 10 La microsonde électronique est dérivée de la technique précédente. Elle est utilisée à Saclay, Grenoble et Pierrelatte.

D. 11 La fluorescence X non-dispersive, utilisant le rayonnement produit par des radioisotopes comme rayonnement primaire est développée à Saclay. Elle est utilisable pour les éléments de numéro atomique supérieur à 18 et pour l'analyse de concentrations supérieures à 0,1%. L'appareil est portable et la tête de mesure peut être approchée d'un objet en place. De plus, l'étude d'une tête spéciale adaptée

à des problèmes particuliers est possible. Les échantillons analysés doivent présenter une face unie d'au moins 1 cm^2. La précision est un peu moins bonne que dans le cas de la fluorescence X dispersive.

D. 12 L'analyse par activation neutronique est très développée dans presque tous les centres : Saclay, Grenoble, Fontenay aux Roses, Gif sur Yvette, Bruyères le Chatel, Orsay, Valduc, etc... Elle utilise soit des réacteurs nucléaires soit des accélérateurs d'électrons et des cibles tritiées (14 Mev). Sa sensibilité est très grande : pour 70 éléments, elle est de l'ordre de 10^{-13} à 10^{-6} g/g selon les éléments. La quantité de matière nécessaire est de quelques dizaines de milligrammes, et sauf dans le cas de séparation chimique complémentaire, l'échantillon peut être conservé après l'analyse. Les éléments légers ne s'activent pas très bien ($Z < 10$) avec les neutrons thermiques, il vaut mieux pour eux utiliser les neutrons de 14 Mev. C'est une analyse panoramique.

D. 13 Au lieu de neutrons, on peut utiliser pour des analyses de surfaces, les protons ou les deutons produits par des accélérateurs et des cibles appropriées ou encore par des cyclotrons. Ces méthodes sont développées à Grenoble et à Saclay. La sensibilité atteint 10^{-6} g/g avec une précision de l'ordre de 1%. La couche mince qu'il faut tailler par l'analyse, peut être conservée après celle-ci. On peut également utiliser la diffusion élastique des particules chargées pour étudier des couches de revêtements minces à des concentrations superficielles de l'ordre de 10^{-8} g/cm^2. C'est aussi une analyse panoramique. L'autoradiographie n'a, à notre connaissance été développée qu'à Fontenay aux Roses pour l'examen des minerais radioactifs.

D.14 Les méthodes de Chromatographie sont utilisées sur tous les centres.

D.15 Cette méthode est développée à Grenoble, elle est particulièrement précieuse pour l'étude des composés organiques. L'échantillon est détruit par dissolution.

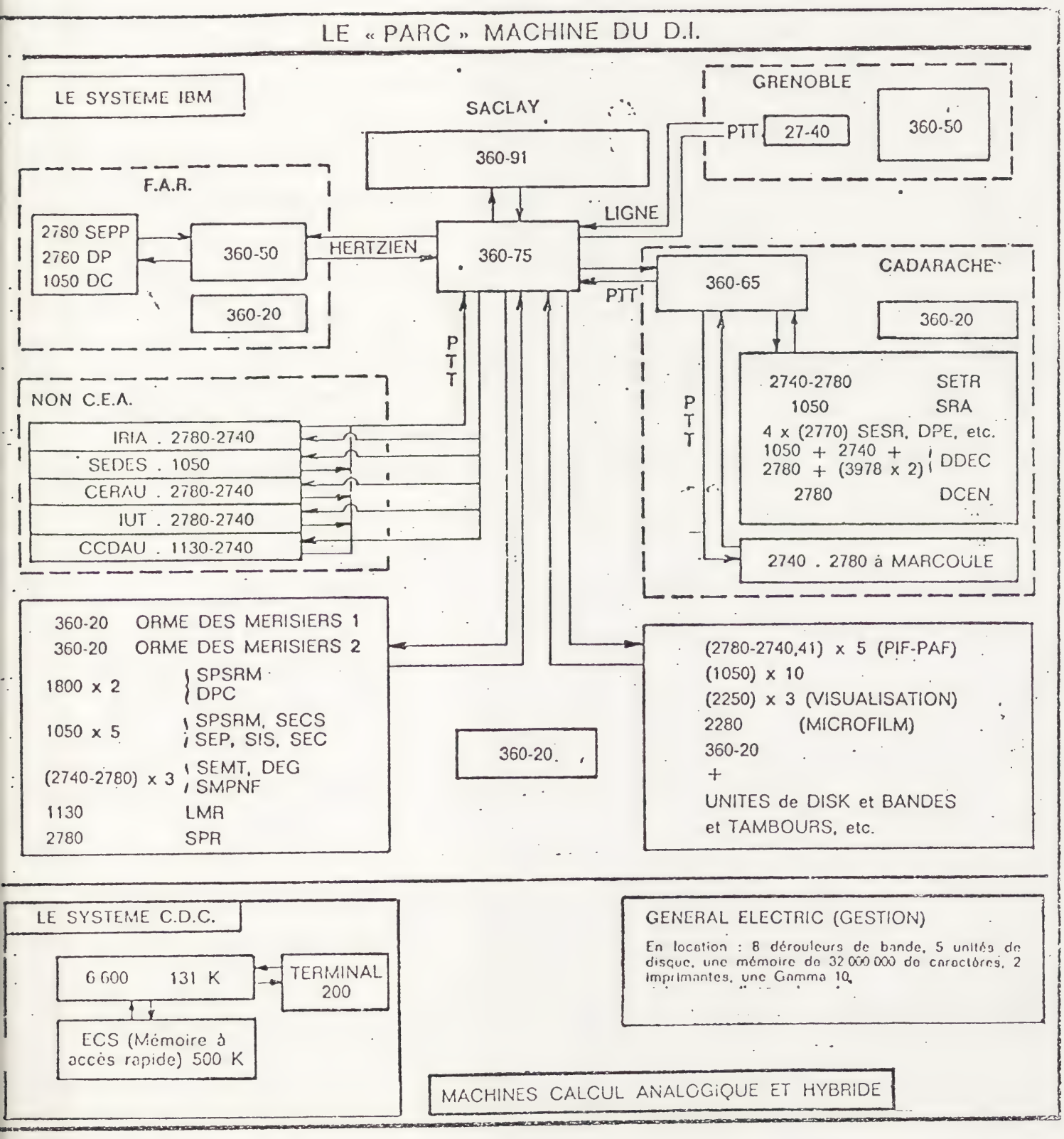
D.16 La spectrométrie de masse à étincelles est utilisée à Grenoble, Marcoule, Pierrelatte, Fontenay aux Roses, Bruyères le Chatel. C'est une analyse panoramique dont la sensibilité est de l'ordre de 10^{-6} g/g avec une précision de quelques %. Pour les matériaux non-conducteurs il faut environ 100 mg de matière. Pour les métaux, il est nécessaire de disposer de 2 baguettes de 10 mm de long et 1 mm^2 de section. L'échantillon est détruit. L'analyse des isotopes de l'Oxygène se fait à Saclay.

D.17 La spectrométrie de masse par thermoionisation est employée à Saclay, Fontenay aux Roses et Marcoule. Ses caractéristiques de sensibilité, de précision sont sensiblement identiques à celles de la spectrométrie de masse à étincelles. L'utilisation de la dilution isotopique permet de pousser la sensibilité jusqu'à 10^{-10} g/g, mais cette technique délicate et onéreuse doit être réservée à des dosages inaccessibles par d'autres méthodes.

D.18 La sonde ionique est développée à Grenoble.

D.19 La spectrométrie de masse par Laser est développée à Grenoble.

E.1 Le tableau suivant donnera mieux qu'un texte une idée de l'ampleur des possibilités du C.E.A. dans l'informatique.


LE « PARC » MACHINE DU D.I.
LE SYSTEME IBM
SACLAY
360-91
GRENOBLE
PTT
27-40
360-50
F.A.R.
2780 SEPP
2780 DP
1050 DC
360-50
HERTZIEN
360-75
LIGNE
360-20
PTT
CADARACHE
360-65
PTT
360-20
PTT
NON C.E.A.
IRIA . 2780-2740
SEDES . 1050
CERAU . 2780-2740
IUT . 2780-2740
CCDAU . 1130-2740
2740-2780 SETR
1050 SRA
4 x (2770) SESR, DPE, etc.
1050 + 2740 + 2780 + (3978 x 2) DDEC
2780 DCEN
2740 . 2780 à MARCOULE
360-20 ORME DES MERISIERS 1
360-20 ORME DES MERISIERS 2
1800 x 2 SPSRM DPC
1050 x 5 SPSRM, SECS SEP, SIS, SEC
(2740-2780) x 3 SEMT, DEG SMPNF
1130 LMR
2780 SPR
360-20
(2780-2740,41) x 5 (PIF-PAF)
(1050) x 10
(2250) x 3 (VISUALISATION)
2280 (MICROFILM)
360-20
+
UNITES de DISK et BANDES et TAMBOURS, etc.
LE SYSTEME C.D.C.
6 600 131 K
TERMINAL 200
ECS (Mémoire à accès rapide) 500 K
GENERAL ELECTRIC (GESTION)
En location : 8 dérouleurs de bande, 5 unités de disque, une mémoire de 32 000 000 de caractères, 2 imprimantes, une Gamma 10.
MACHINES CALCUL ANALOGIQUE ET HYBRIDE

BIBLIOGRAPHIE

(Nous ne signalerons ici que les articles les plus marquants parmi les 4 ou 500 que nous avons lu pour la rédaction de ce texte.

TITE, M.S. The impact of the natural science on archaeology
Contemp. Phys. 11, n°6, 1970, pp 523-539.

LININGTON, R.E. Techniques used in archaeological field surveys
Phil. Trans. Roy. Soc. London. A 229, 1270, pp 89-108

SCOLLAR, I. Magnetic methods of archaeological prospecting - Advance in instrumentation and evaluation techniques. Phil. Trans. Roy. Soc. London. A. 229 1970. pp 109-119.

HALL, E.T. Survey techniques in underwater archaeology.
Phil. Trans. Roy. Soc. London. A 229, 1970, pp 121-124.

RAINEY, F. and Ralph, E. K. Archaeology and its new technology.
Science, 153, 23.9.1966, pp 1481-1491.

HALL, E.T. Chemical investigation of museum objects.
Archaeometry, 2n 1959, pp 43-49.

LININGTON, R.E. The application of geophysics to archaeology.
American Scientist. 51, 1963, pp 48-70.

HWANG, F.S.W. and FREMLIN, J.H. A new dating technique using thermally stimulated current. Archaeometry, 12, n°1, 1970, pp 67-71.

SCHABER, GG. and GUMERMAN, G.J. Infrared scanning images : an archaeological application. Science, 164, 9.5.1969, pp 712-713.

HUANG, W.H. and WALKER, R.M. Fossil alpha particles recoil tracks : an new method of age determination. Science, 155, 3.3.1967, pp 1103-1106.

AITKEN, M.J. Physics applied to archaeology : Dating. Rep. Prog. Phys. 1970, 33, pp 941-1000.

KECK, S. Radiation and optical techniques in the visual examination of paintings. Applied optics, 8, n° 1, 1969, pp 41-48.

BISHOP, M. and FLECTCHER, K.E. Isotope identification by autoradiography. Int. J. Applied Rad. and Isotopes. 18, 1967, pp 465-471.

KEISCH, B. ; FELLER, R.L. ; LEVINE, A.S. ; and EDWARDS, R.R. Dating and authenticating works of art by measurement of natural alpha emitters. Science, 155, 3.1967, pp 1238-1242.

KEISCH B. Dating works of art through their natural radioactivity : improvements and applications. Science, 160, 4.1968, pp 413-415.

WERNER, A.E. Scientific techniques in art and archaeology. Nature, 186, 28.5.1960, pp 674-677.

MEIJERS, P. Non-destructive activation analysis of ancient coins using charged particles and fast neutrons. N.B.S. Spec. Publ. n° 312, 1969.

LUX, F. ; BRAUNSTEIN, L. and Strauss, R. Investigations on the age and place of origin of paintings by neutron activation analysis. N.B.S. Spec. Publ. n° 312, 1969.

KEISCH, B. and MILLER, HH. Applications of nuclear technology to art identification problems. 3rd annual report. US AEC NYO 3953-3 (1971).

MILLER, F.J. ; SAYRE, E.A. and KEISCH, B. Isotopic methods of examination and authentication in art and archaeology. ORNL-IIC 21.

YAMASAHI, Z. Chemical analysis of old art objects. S.T.S. 8773, 1967, pp 1-14.

O'NEILL, L.A. and COLE, C.P. Application of infrared spectroscopy to surface paintings. J. Applied Chemistry. 6.9.1956, pp 399-407.

WERNER, A.E. Analysis of ancient metals. Phil. Trans. Roy. Soc. London A 229, 1970, pp 179-185.

LIBBY, W.F. Radiocarbon dating. Phil. Trans. Roy. Soc. London. A 229 1970, pp 1.10.

JOHNSON, B.B. and CAIRNS, T. Art conservation : culture under analysis. Analytical Chemistry, 44, 1972, n° 1, pp 24A - 36A. et n° 2, pp 30A - 38A.

AITKEN, M. J. Physics in archaeology. Livre : Interscience publishers 1971.

BROTHWELL, D. and HIGGS, ; Science in archaeology. Livre : Thames and Hudson. 1969.

MICHAEL, H.N. and RALPH, E.K. Dating techniques for the archaeologis. Livre : M. I. T. Press. 1971.

LEVEY, M. Archaeological chemistry. Livre : Univ. of Pennsylvania Press. 1967.

Mc DOUGALL, D.J. Thermoluminescence of geological materials. Livre Academic press. 1968.

DELHAYE, M. ; CORNU, A. and HAUDIN, G. Emplois des lasers en analyse chimique. Livre : Azoulay, Paris. 1971.

HESSE, A. Prospection géophysique à faibles profondeurs : applications à l'archéologie. Livre : Dunod, 1966.

THE INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS / CONSEIL INTERNATIONAL DES MUSÉES
COMMITTEE FOR CONSERVATION / COMITÉ POUR LA CONSERVATION
WORKING GROUP: "TWENTIETH CENTURY PAINTING" / GROUPE DE TRAVAIL: "PEINTURE DU XXe SIÈCLE"

RÉUNION DU COMITÉ POUR LA CONSERVATION
MADRID: 2-8 OCTOBRE 1972

GROUPE DE TRAVAIL: "PEINTURE DU XXe SIÈCLE"
COORDONNATEUR: P.CADORIN - BÂLE

ETUDE PRELIMINAIRE:

NOUVEAUX PROBLÈMES DE CONSERVATION POSÉS PAR LES TECHNIQUES DE L'ART MODERNE

WOLFGANG HAHN - COLOGNE

KUNSTMUSEUM ST.ALBANGRABEN 16 CH-4051 BALE TEL. 061/ 22 08 28 / CABLES

Probleme der Restaurierung zeitgenössischer Kunst.

Nouveaux Problèmes de conservation posés par les techniques de l'art moderne.

Als Restaurator wird man immer wieder mißtrauisch gefragt, ob denn jemand, der für die Konservierung von wertvollen alten Gemälden verantwortlich ist, sich mit der modernen Kunst befassen dürfe. Oft hält man ihn geradezu für unseriös.

Hief existieren langgehegte Vorurteile und die irrige Meinung, es gebe zweierlei Kunst. Einmal die kostbare alte, ausschließlich von Meistern gemacht und zum anderen die neue, die grundsätzlich wertlos ist und keiner Pflege bedarf.

So blicken wir zurück auf ein restaurierfreudiges 19. Jahrhundert, in dem man in kaum vorstellbarer Weise selbstherrlich mit dem Kunstwerk umging. Aber selbst bis in unser Jahrhundert hielt die andauernde Geringschätzung die Werke der modernen Kunst aus den Restaurierungsateliers. Dadurch versäumte man, von vornherein die richtigen Methoden im Kontakt mit den lebenden Künstlern, der Indutrie und den Museumsleitern zu entwickeln. Die Folge davon ist, daß durch die Übertragung der bei der Bearbeitung von alter Kunst gewohnten Methoden auf die noch unrestaurierten neuen Bilder, diese zu alten Meistern gemacht wurden.

Es ist zu befürchten, daß dieser Prozess sich fortsetzt und das Kunsgut des 2o. Jahrhunderts in absehbarer Zeit in dasselbe altmeisterliche Aussehen gezwungen wird.

Der klassische Bereich der Moderne verdient eine eigene Bearbeitung aller Probleme, vor allem der der partiellen Behandlung von Oberflächen. Er muß hier ausgeklammert bleiben, denn die Aufgabe dieser Arbeit ist eine Verdeutlichung des Umfangs der Probleme der Gegenwartskunst.

Es sollte selbstverständlich sein, daß sich die Restauratoren und Museumsleiter um die Kunst der Gegenwart kümmern, sie gegen alle Gefahrenquellen abzuschirmen versuchen und Methoden zu ihrer Pflege und Erhaltung entwickeln. Die Zeit drängt sehr, wenn man hier noch zur rechten Einstellung und zu Ergebnissen kommen will. Dabei handelt es sich um die reizvolle, interessante und besonders verantwortliche Aufgabe, Kunstgut in restauratorisch völlig unbearbeitetem

Zustand auf den rechten Weg zu bringen.

Auf dem angestrebten Weg gibt es grundsätzliche Schwierigkeiten zu überwinden. Nicht nur den Vorwurf der Unseriösität, auch das Trägheitsmoment, lieber im Erlernten der Praxis zu verharren, als sich in risikoreiches Neuland vorzuwagen, das darüber hinaus manchem zuwider ist und als unkünstlerisch empfunden wird. Dabei ist gerade zur Bearbeitung von Gegenwartskunst eine spezielle intensive Beschäftigung mit ihr und der Zwang zur größtmöglichen Objektivität Voraussetzung.

Da dies nicht von jedem erbracht werden kann, ist es vorgekommen, daß vom Künstler verwendete neuartige und in ihrer Erscheinung ungewohnte Techniken und Materialien als Schäden diagnostiziert wurden. Solche grotesken Mißverständnisse haben z.B. dazu geführt, daß Löcher in Bildern von Fontana als Verletzungen angesprochen wurden. Schon mancher Fleck war keine Verschmutzung und manche eingegrabene Zeichnung kein Kratzer.

Ein weiterer Umstand muß erwähnt werden, der das Restaurieren von Gegenwartskunst erschwert. Auf der einen Seite handelt es sich um die hohen Preise und Versicherungswerte, auf der anderen um die Tatsache, daß viele Kunstwerke heute so oberflächenempfindlich oder bruchgefährdet sind, daß schon die Arbeit an der kleinsten Stelle, also die erste Arbeitsberührung, das Risiko der Verschlimmerung des Zustands in sich birgt. Als Beispiel kann auf die Bearbeitung kleinster Verschmutzungen auf matten, monochromen Flächen hingewiesen werden. Oft erfordern auch an sich unwichtige Schäden, wenn man sie bearbeiten will, Radikalkuren, deren Ausgang ungewiß ist. Hier stehen das Risiko mit der Haftung in keinem Verhältnis zu den möglichen Honorarforderungen.

Hinzu kommt, daß Laien, aber auch Sammler und Museumsleute, sich oft nicht vorstellen können, daß die Behebung eines winzigen Schadens am Kunstgut der Gegenwart oft mehr Arbeit, Sorgen und Risiko mit sich bringt, als die Bearbeitung ganzer Bilder im herkömmlichen Sinne.

Trotz alledem ist es erfreulich zu sehen, wie sich die Auffassung über die Konservierung von Gegenwartskunst vor allem an den bedeutenden Museen grundsätzlich geändert hat. Da diese Aufgaben nur im

Gedankenaustausch mit Kollegen, die aus der Praxis über Erfahrungen verfügen und den Forschungsinstituten, die formulierte Aufgaben wissenschaftlich bearbeiten können, zu lösen sind, ist jede Initiative dazu von größtem Wert.

Sie trifft den Restaurator, Museumsmann und Künstler in einer besonders schwierigen Situation, denn noch nie war die Gegenwartskunst scheinbar grundsätzlich so feindselig gegen alle konservierenden Bemühungen eingestellt. Der Restaurator wird sich vor diesen Tendenzen der ganzen Problematik seines Berufes bewußt.

Sind die Bilder der ersten Hälfte des 2o. Jahrhunderts schon nicht mehr mit klassischen Methoden zu restaurieren, so versagen diese vollends bei der Kunst des letzten Jahrzehnts.

Bis zum 2o. Jahrhundert konnte man mit gewohnten Vorstellungen von Zerstörung und Vergänglichkeit arbeiten. Risse, Löcher, Kratzer, Verbrennungen und Abblätterungen waren sichtbare Schäden - heute sind sie gewollte destruktive Elemente künstlerischer Arbeit. 1966 gab es in London ein "Destruction in Art Symposion". Neue künstlerische Zielsetzungen verlangen neue Materialien und Techniken, deren Aufkommen und Verschwinden eines Tages historisch aussagefähig ist.

In immer zunehmenden Maße wurden Wirklichkeitsfragmente in die Kunstwerke eingefügt, trat das Interesse am Gegenstand in den Vordergrund. In zahlreichen Spielarten des Nouveau Réalisme und der Pop Art kommt das in vielfachen Übergängen zum Ausdruck, weiterentwikkelt zu Happening und Fluxus, zu intermedialen Bereichen bis zur Prozesskunst und der Ausweitung in die Landschaft. Entscheidend ist die Auflösung aller bisherigen Gattungen, deren Mischung und die angestrebte Identität von Kunst und Leben. So erscheinen die Künstler in immer stärkerer Aggression zum Museum und zum Konsum, hingewendet zu Vorstellungen von Kunst als Antikunst. Stoffe und Inhalte werden umstrukturiert, Formen und Grenzen lösen sich auf. Alte und neue Materialien, unter denen sinngemäß Schrott, Zivilisationsabfälle, Kunststoffe, Verderbliches (Lebensmittel), tote und lebende Tiere auftreten, werden oft in nur künstlerischer Absicht ohne Rücksichtnahme auf Haltbarkeit verwendet. Dieser Aufbruch zu neuen Zielen hat inzwischen historische Aspekte und wird von einer jüngeren Ge-

neration schon wieder in Frage gestellt. Nach allen Versuchen, aus der Besitz- und Handelssphäre herauszutreten, stellen sich die Museen und Sammler als die immer noch besten Gesprächspartner heraus. Es mehren sich die Wünsche nach der Konservierung des ehemals scheinbar so Konträren von allen Beteiligten.

Einen genauen Überblick über alle Probleme zu geben, ist im Umfang dieser Arbeit, die zunächst ein Beitrag zur Diskussion von Grundsatzfragen sein möchte, nicht möglich. Im folgenden wird versucht, den Bereich dieses restauratorischen Neulands anhand der wichtigsten Gattungen abzustecken mit typischen Künstlern und kurzer Angabe besonderer Probleme. Die folgende Arbeit zerfällt in zwei große Bereiche. Einmal in den der Bildobjekte von der Collage bis zum dreidimensionalen Objekt, besonders typisch für die Kunst der Gegenwart und am vielseitigsten entwickelt. Zum anderen in den Bereich des mehr konventionellen Staffelei-Bildes, das sich aber ebenfalls entscheidend in Form und Material gewandelt hat.

BILDOBJEKTE

Collage

Es handelt sich um eine im Sinne von Gegenwartskunst noch konservative Technik, mit der man aufbauend Bilder aus Papieren (papiers collés der Kubisten, der Konstruktivisten oder der Ecole de Paris) oder Fotos (Fotocollagen der Dadaisten) auf einen Bildträger aus Papier, Pappe, seltener Leinwand oder Holz klebte. In Zukunft wurden immer mehr reale Materialien und Fragmente hineingeleimt, genagelt, gebunden, geschweißt, mit Draht befestigt oder sonstwie fixiert (Schwitters, Tàpies).

Die Collagen machen Sorgen durch das Ausbleichen oder Bräunen der verwendeten Papiere, durch die Zerstörung der Materialien bei Verwendung unsachgemäßer Leime, durch die von den Rändern der aufcollagierten Papiere auslaufenden Wellen und Falten. Schäden entstehen durch die Schimmelbildung in säurehaltigen Papieren, die heute im allgemeinen Holzschliffanteile enthalten. Diese Mikroorganismen treten zunächst in Form kleiner Flecken auf, die fälschlicherweise oft Stockflecken genannt werden, breiten sich immer mehr aus, lassen das Papier unansehnlich werden und fressen Löcher in das Material.

Gerade in der Gegenwartskunst wählen Künstler oft pauvere Papiere und Pappen, selbst minderwertiges Packpapier, das die Erhaltung der ganzen Collage gefährden kann.

Hier ist man schon mitten in der Diskussion, denn es entsteht die Frage, ob man solche Partien austauschen darf oder sogar muß, in welchem Umfang und ob das technisch möglich ist.

Haben die Kubisten die Verbräunungen mit einkalkuliert, war sie ihnen gleichgültig? Man kennt Collagen, bei denen auf ehemals hellem Karton mit weißer Farbe Korrekturen gemacht wurden. Heute steht die Farbe hell auf dunkelbraunem Grund als unangenehme Störung. Oder ist hier der Beginn eines neuen Selbstverständnisses solcher Prozesse und das Wort Störung nicht mehr angebracht? Das ist der Ausgangspunkt, wo der Restaurator anfangen muß, sich auf neue Materialien, Techniken und künstlerische Zielsetzungen einzustellen, wo er nicht ohne Zweifel und Sorgen an neuen Prinzipien und Sicherheiten arbeiten wird.
Die Schimmelpilze bei Collagen sind das kleinere Problem. Ihrer kann man mit den Mitteln der Graphik-Restaurierung Herr werden, am besten auf trockenem Wege, um eine Auflösung der ganzen Collage zu vermeiden. Unangenehm sind die oft vorhandenen Falten, die leicht schärfer gepreßt werden.
Handelt es sich aber um vielschichtige Collagen und das gilt für alle ähnlichen Materialgefüge, die im folgenden beschrieben werden, so ist säurehaltiges oder von Pilzen befallenes Material aus Zwischenschichten oft schwer herauszunehmen, zu behandeln, wieder einzusetzen, von anderen Partien zu übertragen, auszutauschen oder zu ersetzen. Man kann sich leicht die zahllosen Probleme denken, die sich in dieser Richtung einstellen. Hier spielen, wie in Zukunft noch oft, esthetische Fragen eine große Rolle, die nur aus der genauen Kenntnis des einzelnen Künstlers gelöst werden können.

Dasselbe gilt für das Ausbleichen der farbig collagierten Papiere, bei den Kubisten, Matisse, der Ecole de Paris mit de Stael, Tàpies, usw. Über die Frage des Austausches der gebleichten Papiere oder deren erneuter Einfärbung ist nur von Fall zu Fall zu entscheiden. Im allgemeinen hat man bisher in diese Gefüge nicht eingegriffen, sondern legitime Alterungsprozesse akzeptiert. Das mag oft richtig

sein, aber es ist mit Sicherheit vorauszusehen, daß einige Collagen im Laufe der nächsten Jahre fast völlig farblos werden.

Auf jeden Fall sollte der Sammler oder Museumsmann lichtempfindliche Collagen ebenso geschützt aufbewahren und präsentieren wie Graphik und sich nicht von dem scheinbaren Bildcharakter, meist auf Grund der Größe, täuschen lassen.

Als Sonderform der Collage haben sich die Gemäldecollage (Vasarely), die Paracollage (Peter Clasen, Fritz Köthe), die Rollage (Jiri Kolar) oder die Magnetcollage (Fahlström) mit ähnlichen konservatorischen Problemen herausgebildet.

Assemblage

Dieser Ausdruck wird auch oft für die Collage verwandt. Es handelt sich ebenfalls um eine aufbauende Technik, die aber mehr die Entwicklung zum Hochrelief durch die Einbeziehungen größerer plastischer Teile bezeichnen sollte. Hier wird dann schon mehr Leinwand, Holz, Eisen und anderes stabile Material als Bildträger verwendet (Burri, Dubuffet, Schultze, Oldenburg). Auch die Formate nehmen an Größe zu.

Bei der Assemblage hat man weniger Last mit der Veränderung des Papiers, dafür um so mehr mit der nachlassenden Bindekraft verschiedenster Befestigungsarten und dem Austausch oder Ersatz bestimmter Teile. Auch sind die Assemblagen oft transportempfindlich und klimagefährdet.
Bekannte Typen der Assemblage sind das Combine Painting und das Tableau Piège.

Das Combine painting ist eine Kombination von gemaltem Tafelbild mit eingefügten dreidimensionalen Objekten, meistens Fragmente von Gegenständen oder Dingen des täglichen Gebrauchs. Mit dem Hauptbild können mit Ketten oder Schnüren weitere Bildteile oder Objekte verbunden sein (Rauschenberg).

Beim Tableau Piège handelt es sich um eine spezielle Bilderfindung von Daniel Spoerri, bei der Gebrauchsgegenstände, aber auch die Reste einer Mahlzeit, in der zufälligen Situation, in der sie gefunden werden, auf ihrer zufälligen Unterlage (Tisch, Brett, Schublade, Teppich) befestigt werden. Verändert wird nur die Ebene um 90 °. Das

Bildobjekt, etwa der Tisch mit befestigtem Geschirr, wird an die Wand gehängt.

Die Probleme sind ähnlich denen der einfachen Assemblage oder der weiter unten beschriebenen Décollage. Die einzelnen realen Teile werden immer größer und bestehen durchweg aus Schrott und Zivilisationsmüll.

Die Erhaltung eines vom Künstler gedachten Zustandes zwischen ausgangsmäßiger Verrottung und späterem Verfall (rostendes Eisen) ist oft unklar und technisch schwierig. Schon wie weit ein Combine zu reinigen ist, kann eine ernste Frage sein.

Da die Gegenstände mit Leimen, Drähten, usw. befestigt werden, bergen sie, trotz einer erstaunlichen Haltbarkeit, größere Risiken des Abfallens einzelner Teile. Vor allem die Veränderung der Ebene, eine Sache, die man auch bei anderen Künstlern antrifft (Kudo, Arman), bringt eine starke Gefährung und muß oft mit stützenden zusätzlichen Maßnahmen durch den Restaurator überlistet werden.

Bei der Befestigung abgefallener Teile ist es grundsätzlich wichtig, die Grundfläche, die von einem zu befestigendem Gegenstand, z.B. ein Teller, bedeckt wird, mehrfach zu durchbohren. Dadurch kann der Leim auch von innen durchtrocknen und fault nicht.

Verlorene Gegenstände muß man ersetzen. Sie sind, da sie oft vom Marché aux puces stammen, nicht leicht wiederzufinden. Wenn sie zu neu sind, muß man sie künstlich altern. Diese Patinierung der vielfältigsten Objekte und Materialien ist neben den Befestigungsproblemen die Haupttätigkeit des Restaurators beim Tableau Piège.

Hat man den Ersatz für die verlorenen oder zerstörten Gegenstände angebracht, ist das Bildobjekt meistens ohne verbleibenden Minderwert wiederhergestellt. Ist von den verlorenen oder gestohlenen Teilen allerdings kein Foto vorhanden, so kann eine befriedigende Wiederherstellung nur bedingt durchgeführt werden. Man sollte also genaue Fotografien von den einzelnen Gegenständen der Assemblage anfertigen, die man in seiner Sammlung besitzt.

Décollage

Im Gegensatz zur Collage und Assemblage wird ein vorgefundenes

(Objet trouvé) oder ein vom Künstler aufgebautes Materialgefüge décollagiert, zum künstlerischen Endergebnis hin abgebaut (Vostell). Viele destruktiven Techniken wurden in diesem Zusammenhang entwikkelt, die isoliert oder miteinander kombiniert vorkommen und mit denen bestimmte Typen von Décollagen bezeichnet werden.

Abgerissene Plakate (Affiches lacérés) werden als Objekt trouvé anerkannt (Hains) oder vom Künstler weiter abgerissen (de la Villeglé) manchmal zusätzlich mit Lösungsmitteln verwischt.

Restauratorisch gibt es hier gewisse Probleme mit dem Aufziehen dieser Abrissbilder auf Leinwände, dem Glätten von starken Knickfalten ohne Verpressung der gerissenen Oberflächen. Bei verzinkten Blechen als Träger der Plakate hat man mit der Oxydation der Metalle zu tun.

Bei den Colères handelt es sich um willkürlich zerschlagene Gegenstände, des öfteren Musikinstrumente, deren Bruchstücke anschliessen auf einer Platte fixiert werden(Arman). Es kann vorkommen, daß vom Konservator nachbefestigt, unsichtbar gestützt oder die Grundplatten retouchiert oder neu gestrichen werden müssen.

Eine gesteigerte Form der Colères sind die Explosionsbilder (Arman). Entweder werden die Explosionskörper selber auf Bildträger z.B. unter Matratzen, zur Explosion gebracht und das Ergebnis dann fisiert oder ein durch Explosion zerstörter Gegenstand wird auf einer Grundplatte befestigt. Auch hier Probleme der Fixierung und Haltbarmachung von Zerstörtem.

Viele Décollagen entstehen im Prozeß von Feuer und Wasser auf einem Bildträger (Yves Klein) oder durch Verbrennung einzelner Teile (Burri). Man kann auch brennbare Substanzen auf die Malschicht giessen, entzünden und den Vorgang nach einiger Zeit stoppen (Piene). Eine grundierte Fläche kann angeräuchert werden (Fumage), damit ein Bild entsteht (Paalen).
Für den Konservator ergeben sich Probleme des Aufziehens, der Schwächung des Materials durch den Brandvorgang, der Fixierung von verbrannter Substanz, deren Retouche und der Reinigung des ganzen.

Auch das Wasser wird als gestaltisches Mittel eingesetzt.

Diese Bilder oder Bildobjekte entstehen durch Einwirkung von Wasser auf Bildflächen, sei es durch Bearbeitung im Atelier oder durch Auslegen in der Freien Natur bei Regen und Wind, oft unter Mitwirkung der Vegetation (Yves Klein). Da die natürlich entstandenen Verfleckungen im Schadensfalle nicht leicht zu ergänzen sind, muß man schon recht erfinderisch sein. Zusätzliche Wasserränder bringt man kaum wieder weg.

Das Zerschneiden von Materialien ergibt Schnittbilder. Hierbei handelt es sich entweder um Bildobjekte, die aus zerschnittenen Materialien bestehen (Bronzeskulpturen bei Arman), oder um solche, in die man hineingeschnitten hat, oder die durchlöschert wurden.

Bei den Concetto spaziale Fontanas wölben sich die Schnittränder meistens nach hinten (beide Seiten der Leinwand sind grundiert) und sind mit schwarzem Stoff und Leim gefestigt. Aufgaben entstehen für den Restaurator, wenn diese straffen Ränder wellig werden und ihre Form verlieren. Die Doublierung solcher Schnittbilder dürfte große Probleme mit sich bringen.

Weitere destruktive Techniken sind die Übermalung oder die Ausradierung (Effacage) des eigenen oder eines fremden Bildes (Rainer, Rauschenberg). Auch die Ausbleichung (Blueprints-Serie von Rauschenberg) gehört hierher. Unter Grattage versteht man das Zerkratzen und Aufreiben der Bildoberfläche (Dahmen).

Bei den Schießbildern wird auf Assemblage und Objekte aus Gips oder ähnlichen Massen, in die mit flüssiger Farbe gefüllte Plastikbeutel oder Gläser eingebettet wurden, geschossen. Beim Treffen der Farbzellen platzen diese und die herauslaufende Farbe färbt das Bildobjekt.

Hier trifft man natürlich auf zerborstene, bruchempfindliche Partien und Bildträger, die der Festigung und Stützung bedürfen.
Allen Ergebnissen ist gemeinsam, daß es oft schwierig ist, die Grenzen zwischen gewollter Zerstörung durch den Künstler und späterer, von fremder Hand verursachter Beschädigung zu ziehen. Dasselbe gilt für die Verschmutzung. Kompliziert kommt hinzu, daß von vielen Künstlern fortdauernde Veränderungsprozesse in die Décollage eingebaut werden (Überguß mit Säuren oder verderblichen Sutbstanzen,

nicht gewässerte Fotos, Aufbewahrung im Freien oder in feuchten Kellern mit Mäusen und Rattenfraß). Ausserdem kann der Besucher in diesem Sinne zur Manipulation an der Décollage aufgefordert werden, zum Einschlagen mit Äxten oder Hämmern. Dies soll oft nach festgelegten Regeln geschehen, an die der Besucher sich ~~oft~~ aber nicht hält und über die Grenzen des angestrebten Prozesses hinausgeht. Andere Künstler anerkennen grundsätzlich jede spätere Beschädigung als legitim, bis zur totalen Zerstörung.

Da allein der Anblick einer Décollage bei manchen Betrachtern Aggressionen auslöst, ist die Präsentation dieser Kunstwerke in der Öffentlichkeit sehr schwierig und bedarf konservatorischer Überlegungen. Da wird weiter abgerissen und verwischt, bekritzelt, hineingeschnitten, oder eingedrückt, abgebrochen und gestohlen. Man findet hineingeklebten Kaugummi, oder Materialien, werden verschmiert. Leider beschränkt sich der Besucher oft nicht nur auf das Kunstwerk, sondern schmiert oder bekritzelt die Bilder der Umgebung oder die Wände. ~~weiter~~

Die Diskrepanz zwischen ursprünglich in Technik und Material angestrebter Unstabilität und heutigem Bedürfnis nach Erhaltung bringt naturgemäß die größten Schwierigkeiten mit sich. Ist der rechte Weg einmal gefunden, so ist die Ausführung in meist mehr handwerklichen Arbeitsgängen ausführbar. Dazu wird vom Restaurator Einarbeitung in die Metiers der Schreiner, Buchbinder, Polsterer, Polychromeure, Modellbauer, Präparatoren, Zahntechniker, Kunststoffverarbeiter, usw. ~~ab~~verlangt.

Materialbild

Hier handelt es sich um die bisher genannten Techniken von Collage und Décollage, grundsätzlich angewandt auf kunstfremde Stoffe und Materialien.

Beim Sandbild denkt man sofort an Tàpies oder Dubuffet. Es können sich größere Partien, vor allem an den Rändern, lösen. Manchmal entstehen Schwundrisse, die zu umfangreicheren Ausbrüchen führen. Oft sind aber äußere Einwirkungen, z.B. hartes Aufstoßen, das auslösende Moment.

Festigungen mit Leimen, Unterfüllungen mit Sandgemischen, auch mit Wachs/Harz, mit Grundier- und Kittmassen sind zu praktizieren.

Das Auffüllen ausgebrochener größerer Partien ist nicht ganz einfach, das schichtweise Einsieben von Quarzsand kann eine Hilfe sein.

Des öfteren kann man beobachten, daß bei wechselnder relativer Luftfeuchtigkeit weißliche Kristalle ausblühen, die man vorsichtig abnehmen kann. Es bilden sich aber auch dunkle Flecke, die mit der Zeit zurückgehen können.

Ausser Sand werden die verschiedensten Materialien auf meist ~~höheren~~ hölzernen Grundplatten aufgebracht. Yves Klein ~~ist~~ der typische Vertreter von Materialbildern aus Schwämmen, die auf hölzerne Grundplatten montiert und gefärbt werden. Hier gibt es gravierende Probleme der Verschmutzung und des Abbröckelns.

Von Manzoni kennen wir Wattebilder, bei denen Watte aus natürlichen oder künstlichen Materialien in unterschiedlicher Faserlänge auf Bildträgern befestigt wird. Da bei Manzoni die Faserbündel fest auf einer mit Stoff bespannten Holzplatte in dafür ausgesägten Löchern verleimt sind, (in der Art der Besenbinder) kann man sie nur mit grossen Risiken säubern oder ersetzen. Auch eine Reinigung oder Erneuerung des oft angeschmutzten Stoffes, es gibt Fälle von Wasserschäden und weggefaulten Partien, ist dadurch blockiert.

Unter Flocage verstehen wir das Aufstäuben von Gewebeflocken oder Filzpartikeln auf Bildträger wie Leinwand (Raysse) oder Latex (Sonnier); unter Coudrage das Zusammennähen von Bildern aus Leinwandteilen oder anderen Textilien (Micus).

Bei der Cloutage wird durch Einschlagen von Nägeln in eine Grundplatte oder Einleimen in vorgebohrte Löcher (bei sehr großen Nägeln) ein Bildobjekt gestaltet. Auch Möbel und Gegenstände werden benagelt. Anschliessend werden die Bildobjekte weiß, auch farbig, gestrichen oder gespritzt (Uecker).

Es ist klar, daß das Einschlagen vieler Nägel den Bildträger sehr schwächt, oder nicht mehr im gewohnten Sinne haltbar macht; z.B. ein vollgenageltes Stuhlbein. Hier sind verschiedene Stützen zu erfinden.

Weiterhin werden Bildobjekte aus den verschiedensten verderblichen Materialien gemacht.

Man denkt bei Fett an Beuys und bei Lebensmitteln, wie Käse, Wurst, Schokolade, Gemüsesaft oder Pudding an Diter Rot. Materialbilder dieser Künstler erscheinen so problematisch, daß man auf sie wie auf Prototypen alles Unsoliden und typisch Modernen angesprochen wird. Dabei sind diese Dinge gar nicht so kompliziert. Oft wird mit ihnen, gerade bei Beuys, aber auch bei anderen Künstlern (Oldenburg), die Grenze zum Happening und Environment überschritten.

In vielen Fällen genügt es, diese fragilen und in Veränderungsprozessen befindlichen Bildobjekte sich ausleben zu lassen und sie durch sorgfältige und abgestimmte Aufbewahrung zu erhalten. Also unter Plexiglaskästen, die den Vorteil des Geruchsabschlusses mit sich bringen. Man sollte sie keinen zu starken Erschütterungen, Sonnenbestrahlung, oder hohen Feuchtigkeiten aussetzen. Meistens ergibt sich dann nach einer gewissen Zeit ein durchaus diskutables und haltbares Endergebnis.

Entscheidend ist, den Materialien ein legitimes Altern zu ermöglichen und sie nicht mit Gewalt durch Übergiessen mit Leimen, Lacken oder Kunstharzen abdichten und festigen zu wollen. Ein Eingiessen des ganzen Objektes in Polyester~~blöcken~~ ist in den seltensten Fällen möglich, weil dann die Dinge in eine andere Dimension genommen werden. Dazu braucht man das Einverständnis des Künstlers. Bei größeren Bildobjekten ist der technische Vorgang kompliziert und kostspielig.

Bei zu starkem Insektenbefall kann man vergasen oder dies z.B. in den entsprechenden Abteilungen der Gesundheitsämter vornehmen lassen. Wie in Völkerkunde - oder in Naturkundemuseen üblich, ist ein Hineinlegen von Insektengift in Kugel- oder Pulverform unter die Plexiglashauben, möglichst dem Betrachter nicht sichtbar, empfehlenswert. Gerade die Erfahrungen dieser Museen und der entsprechenden Präparatoren können hier vielfältig genutzt werden. Auch für den Gartenbau kennt man zahlreiche Pflanzen- und Insektengifte.

Brot, das als Material häufig vorkommt (Man Ray, Manzoni, Miralda-Selz, Filliou, die Eat Art von Spoerri) ist luftgetrocknet sehr lange haltbar, wenn es nicht zu viel Feuchtigkeit nach dem Backprozess enthält oder zu stark im Umfang ist. Ein Brotlaib bekommt so starke Schwundrisse, daß er auseinanderbricht. Bis zu einem gewissen Umfang können abgebrochene Brotstücke verleimt, ergänzt und Risse aufgefüllt werden.

Es gibt weiterhin die Möglichkeit, bei einem Bildobjekt bestimmte nicht haltbare Materialien durch Imitationen zu ersetzen, oder durch andere Materialien auszutauschen.

Imitationen können täuschend ähnlich nach Abgüssen von dem Originalmaterial in Kunstharzen hergestellt werden. Ausserdem liefert die Industrie eine Vielzahl von Lebensmitteln, Pflanzen und Dingen aller Art zu Dekorationszwecken. Die zusätzliche Patinierung und der Einbau ist für den Restaurator je nach Sachlage unterschiedlich schwierig.

Eine künstlerische Möglichkeit ist der Ersatz des verderblichen Materials durch ein haltbareres. Das ist eine interessante Lösung, die ausser der eigenen sicheren Kenntnis der künstlerischen Zielsetzung das Hinzuziehen des Künstlers ratsam erscheinen läßt.

Dieser Ersatz kann aus einem ähnlich aussehenden Material bestehen oder aus einem ganz anderen, das aber für den Künstler ein ähnliches Gewicht hat. Ein Beispiel möge das verdeutlichen: Das von Beuys auf einen Stuhlsitz bis zur Höhe der Lehne gestapelte Fett (Sammlung Ströher), das schon bei höheren Zimmertemperaturen verläuft und ranzig wird, wurde von ihm durch Bienenwachs ersetzt. Bienenwachs hat für Beuys eine ähnliche Wertigkeit. Oder auch die Fettecke in einem Karton, die zu einem großen Fleck aufgesogen würde, besteht nicht nur aus diesem Material, sondern aus Filzstückchen, die mit einer dünnen Schicht Fett überzogen sind. Ein solcher Ersatz ist in vielen Fällen zu überlegen und möglich. Aber er ist kein Universal-Rezept, denn oft muß den Materialien der Prozess-Charakter im Sinne des Künstlers gewahrt bleiben.

Beim Materialbild verstärken sich also die Schwierigkeiten der Beurteilung und Bearbeitung, denn man hat im allgemeinen mit Mischformen dieser Materialien in schichtweisem Aufbau zu tun. Auch sind hier keine Gegenstände zu ersetzen oder zu reparieren, sondern Materialmassen, die sich oft in fortschreitenden chemischen Veränderungsprozessen befinden.

Objekt

Das Objekt ist entweder ein Objet trouvé, ein zum Kunstwerk erklärter Gegenstand, der bei Verlust wiederzufinden ist oder bei Beschä-

digung handwerklich repariert werden kann, oder der Zusammenbau von Materialien und Gegenständen, die sich nicht mehr zweidimensional, sondern dreidimensional darstellen. Dabei ist die Grenze zur Skulptur fliessend.

Bei den Mobiles (Calder) und kinetischen Objekten (Uecker, Tinguely, Schoeffer) tritt neben dem unter Collage und Assemblage grundsätzlich Gesagten die Arbeit an den von Hand betriebenen mechanischen oder den elektrischen Ausrüstungen.

Im Gegensatz zu meist gegen Ende der 60er Jahre auf Dauerbetrieb gebauten Maschinen sind die frühen Konstruktionen aus Schrott relativ anfällig und gleichgültig gegenüber der Haltbarkeit gebaut. Oft sind komplizierte Reparaturen durch Fachleute notwendig. Schwierigkeiten gibt es wiederholt mit den Transmissionen und den Metallteilen, die auf Teilen des gleichen Materials scheuern. Auswechslungen sind notwendig, ausserdem eine dauernde und gleichmässige Wartung. Hier entsteht ein personeller Bedarf, für den in Form eines qualifizierten Allroundtechnikers eine Stelle bei den Museen geschaffen werden soll

Bei den Licht- und Spiegelobjekten gehören die Leuchtstoffröhrenobjekte (Flavin), vor allem aber die Neonobjekte (Serra, Sonnier, Watt Raysse), mit der dafür notwendigen lebensgefährdenden Hochspannung zu dem ausgesprochen schwierigen Kunstgut in Präsentation und Wartung. Da eine Berührung zum Tode führt, die Künstler die Transformatoren aber meist offen, nebst einer gewollt linearen freiliegenden Kabelkonstruktion verwenden, die allen Vorschriften widerspricht, müssen die Museen schützende Konstruktionen oder Änderungen vornehmen, die unter Umständen in das Kunstwerk eingreifen. Am leichtesten ist eine sachgemäße Absperrung von Raumteilen. Nicht zulässig ist, d Transformatoren und Kabel unsichtbar und dem Zugriff entzogen, hinter dem Kunstwerk auf der anderen Seite der Wand zu installieren.

Die Objekte aus beleuchteten Metallfolien, zum Teil sich bewegend, oder als von innen beleuchtete Objekte (Mack, Piene), bringen ähnliche Installations- und Reparaturprobleme. Große Schwierigkeiten macht manchmal der Ersatz verschlissener Motoren oder Einzelteile, die oft alten Maschinen oder Apparaturen entnommen sind, die es auf dem Markt gar nicht mehr gibt. Änderungen der Stromspannung kommen hinzu. Es ist nicht immer leicht, einen zusätzlichen Transformator

unterzubringen.

Bei den Spiegelobjekten (Luther) läßt sich Zerbrochenes, da es sich meistens um Industrieprodukte und Fertigteile handelt, ersetzen. Die Verspiegelungen sind gegen Feuchtigkeit empfindlich.

Eine besondere Form des Objekts stellen die "Akkumulation", die "Compression" und die "Empaquetage" dar. Bei der Akkumulation handelt es sich um die Anhäufung gleicher oder verschiedenartiger Gegenstände (Arman, Chamberlain, Oldenburg). Diese Anhäufungen kommen unfixiert, meist unter Plexiglas oder auf Platten aufgehäuft (Diter Rot) vor, in anderen Fällen fixiert.

Die Compression (César) ist die blockhafte Zusammenpressung eines einzelnen Gegenstandes (Auto) oder zahlreicher Gegenstände (Ölbüchsen). Unter Empaquetage (Christo, Manzoni) versteht man die Verpackung von Abfällen, Gegenständen bis zu ganzen Häusern, in undurchsichtiger oder halbdurchsichtiger Folie mit Schnüren.

Da die Schnüre und Bindfäden mit der Zeit vermorschen, können sie vorsichtig ersetzt werden, z.B. durch möglichst feste Anglerschnur. Die Folien werden oft gelb, brüchig und undurchsichtig. Sie können, vor allem wenn sie sehr durchlöchert und zerrissen sind, ausgetauscht werden. Ratsam ist es, genaue Fotos des Objekts von allen Seiten im alten Zustand zu haben und den Künstler um Mitarbeit zu bitten.

Betoneingiessungen, Pneumatische Objekte, Einsiebung und Eintauchung sind weiterhin Bildobjekte, die aber keine über das Gesagte hinausgehende konservatorischen Probleme mit sich bringen. Ergiebiger sind die im folgenden besprochenen Objektarten, wie die aus Pappe oder Wellpappe (Heerich, Penck, Oldenburg).

Pappe ist bekanntlich kein ideales Material, es ist feuchtigkeitsempfindlich und beult, schimmelt, spaltet sich und bräunt. Neben de üblichen Techniken des Verleimens und Heftens kommt hier auch das Verbinden von Teilen mit Tesafilm und allen möglichen Arten von Scotch Tapes vor. Das betrifft natürlich auch die ~~Formen der~~ Collage und Assemblage. Oft wird abschliessend über diese Streifen hinweggemalt.

Tesafilm hat sich bei solcher Verwendung als ungeeignet herausgestell wie auch zum Anheften der Graphik in die Passepartouts. Er wird braun und zerfrißt das Papier, muß also entfernt und durch anderes Material ersetzt werden. Wurde der Tesafilm wegen seiner Durchsichtigkeit gewählt und sogar stellenweise bemalt (Michael Buthe), so ist sein Ersatz entsprechend kompliziert. Die nicht durchsichtigen Scotch Tapes sind leichter zu behandeln. Ihre Klebekraft läßt mit der Zeit nach ur sie sind nicht so stark, daß sie die Pappteile, vor allem bei äusserer Einwirkung, auf Dauer verbänden. Wenn sie durchgerissen sind, kan man sie lösen, feste Leinenstreifen unterziehen und die alten, bemalten Tapestreifen darüber aufkleben.

Die Objekte aus Gips und Plaster (Diter Rot, Segal) verschmutzen leicht, wenn sie unbemalt sind. Schmutzabnahmen mit Wasser, Seife und milden Reinigungsmitteln des Haushalts sollte man nicht zu feuch durchführen, da der Gips leicht fault. Es gibt sehr harte Industriegipse und ähnliche Materialien (Moltofil und anderes) die dann entsprechend schärfere Behandlungen vertragen. Z.B. sind die späteren Segal-Objekte und Skulpturen sehr viel härter als die früheren, weil er "Hydrostone U.S. Gypsum" verwandte. Sollte eine Reinigung seiner Arbeiten nicht möglich sein, so ist nach Segal ein Überarbeiten mit dünner Hydrostonemasse denkbar, die aber natürlich nicht die Oberfläche zusetzen darf.

Die Plasterarbeiten von Oldenburg sind farbig lackiert, aber stoß- und vor allem bruchempfindlich an den Kanten, da sie rundum modelliert sind. Sprünge kann man verleimen, auskitten und mit Lacken retouchieren.

Viele Objekte werden mit Techniken und Materialien der Assenblage und des Materialbildes in den verschiedensten Mischungen hergestell (Thek, Dine, Conner, Schultze). Bei Stürzen brechen diese Arbeiten oft vielteilig auseinander, meistens da, wo verschiedene Materialschichten aneinandergrenzen.

Das kann man z.B. bei beschädigten Arbeiten von Paul Thek deutlich beobachten. Sie sind oft komplizierte Materialgefüge aus Drahtgeweb Jute, Gips, Farben und klaren Lacken, Schmetterlingsflügeln, Abgüssen in Kunststoff und Kautschuk, irisierenden Autolacken, usw. Charakteristisch ist, daß diese gemischten Materialien leicht zer-

krümeln und schlecht Wärme vertragen. Die Restaurierung ergibt sich aus dem genannten Material. Oft stellt sich die Unstabilität erst nach Monaten heraus, wenn bestimmte Materialien müde geworden sind. (Draht, Blei, Leim). Auch hier entsteht also das Problem späterer Stützung.

Solche Aufgaben stellen z.B. Plexiglaskästen von Graham mit ihren kleinen Wachsfigürchen, ~~der~~. Der Künstler hat den Boden eines solchen Kastens ein paar Milimeter hoch mit Wachs ausgegossen und rechteckige Spiegel hineingestellt. Der Halt ist so gering, daß die Spiegel umfallen, vor allem bei Erschütterung oder sommerlicher Raumtemperatur. Leider fallen sie auch auf die Figürchen und beschädigen sie entsprechend. Hier ist der Einbau zusätzlicher Stützen notwendig.

Man kann an beiden Seiten des Spiegels 5 mm breit den Wachsboden sorgfältig bis auf die Plexiglasgrundfläche ausheben und das Material zur Seite legen. An den Spiegel wird an der unteren Kante an beiden Seiten ein Streifchen Plexiglas angeklebt, das nicht dicker sein darf, als die Wachsbodenhöhe. Natürlich muß man Spiegel und Plexiglas sorgfältig aufrauhen. Mit der so verbreiterten Grundfläche wird der Spiegel auf dem Plexiglasboden verleimt und das ausgehobene Wachs abschliessend darübergezogen.

In den letzten Jahren werden immer mehr Kunststoffe in fester und flüssiger Form verwendet. Entweder werden das ganze Objekt oder Teile aus Kunststoff angefertigt. Neben den Werkstoffen ist eine Fülle von synthetischen Farben, Lacken und Klebestoffen entwickelt worden.

Fast alle Kunststoffe kann man mechanisch bearbeiten, also sägen, drehen, bohren und feilen, anschliessend schleifen, poliefen und kleben. Es ist sehr wichtig, daß die Restauratoren sich im Umgang mit Kunststoffen üben, da diese besonders vielfältige Anwendungsmöglichkeiten bieten, die nicht in Werkstätten der Industrie ausserhalb des Hauses ausgeführt werden können.

Der wohl bekannteste Werkstoff ist Plexiglas (Naum Gabo, Sommer). Leider ist er oberflächenempfindlich und lädt sich elektrostatisch auf. Dadurch zieht er den Schmutz sehr an. Das hat zur Folge, daß das Reinigungsproblem groß ist. Antistatiktücher oder das Waschen mit entsprechenden antistatischen Flüssigkeiten hat nur bedingt

Erfolg. Museen und Sammlungen, in denen zahlreiche, zum Teil mehrere Quadratmeter große Plexiglasstürze zum Schutz des Kunstgutes vorhanden sind, merken sehr bald, was für ein Personalproblem da erwächst. Schon die sorgfältige Demontage, Reinigung und anschliessende Montage eines Sturzes erfordert viel Arbeitskraft und Zeit. Dasselbe gilt für die Objekte.

Risse und Sprünge kann man verleimen, sie bleiben aber von der Seite gesehen sichtbar. Fehlende Stücke sind durch ein entsprechend angeleimtes Plexiglasstück zu ergänzen. Kratzer und Bereibungen können, wenn sie nicht sehr vertieft sind, auspoliert werden. Bei milchigem Plexiglas hat man oft keinen Erfolg damit. Abgestoßene Ecken, z.B. bei der Plexiglasumrandung einer Eingiessung mit Farbtuben von Arman kann man mit Gießharz anstücken, beischleifen und polieren.

Bakälit und ähnliche Stoffe fanden schon in den zwanziger Jahren die Beachtung der Künstler und wurden gerne, vor allem von den Konstruktivisten, verwendet. Z.B. malte Moholy Nagy auf dünne Rhodoidplatten, die heute sehr spröde sind. Risse und Sprünge in einer solchen Tafel können verleimt werden. Man muß aber zusätzlich Verstärkungen, z.B. kleine Plexiglasstücke, auf der Rückseite über den Rissen anbringen.

Plexiglas und Kunststoffe können gebogen, geformt und bemalt werden. (Plastique moulé). Bei unregelmäßigen Umrissen (Wesselmann) besteht die Gefahr von Sprüngen und einlaufenden Rissen in den Ecken, da Plexiglas kerbenempfindlich ist.

Ein sehr wichtiges Material stellen die Gießharze dar. Polyester wird über Gegenstände (Arman) und Assemblagen (Kienholz) gegossen, oder Gegenstände und Assemblagen werden in Polyester eingebettet. Sind Objekte aus Polyester beschädigt, so müssen die fehlenden Stücke, z.B. eine Ecke, ~~aus~~ angegossen, geschliffen und ~~(an einer Einbettung von Arman)~~ poliert werden.

Eine Sonderform ist das Ausgießen von Polyurethan auf dem Boden oder über Gegenstände (César). Die Masse dehnt sich verfestigend aus.

Polyester Gießharz mit Glasfaserarmierung wird oft als Fiberglas bezeichnet. Diese kombinierte Verarbeitung wird ~~oft~~ zur Herstellung von größeren Formteilen, Objekten und Skulpturen benutzt (Hamilton, Oldenburg, Duane Hanson). Wechseln wird eine Schicht Gießharz mit

dem Pinsel aufgetragen und eine Schicht Glasfasergewebe. Man kann sägen, schleifen und polieren, zum Abschluß die Farben frischer machen mit einem Fixativ. Bei Kuben besteht die Gefahr, daß bei starkem Aufstoßen die Kanten platzen (Adzak).

Entsprechend der Herstellungstechnik ist nach dem Ausfräsen der Schadensstelle zu reparieren.

Styropor ist sehr leicht, kann mit einem Glühdraht geschnitten und anschliessend bemalt werden (Dubuffet). Fehlende Teile können nachgeschnitten und mit Kontaktklebern befestigt werden.

Schaumstoff wird zu Objekten gebunden (Chamberlain), auf Unterlagen mit der Heftmaschine appliziert (Spindel), geschnitten und bemalt (Gilardi). Mit der Zeit und unter Lichteinwirkung wird er braun und brüchig, die Malerei schuppt beim Drüberstreichen leicht ab. Man erlebt es immer wieder, daß Besucher größere oder kleinere Stücke des Materials herausreißen. Die Löcher sind nicht leicht zu füllen mit einzusetzendem Material.

Oldenburg näht seine Objekte aus Vinylstoff. Zu reinigen mit Spezialmitteln zur Kunststoffpflege, z.B. "Centralin".

Eine besondere Gattung der Objekte stellen dar: die Koffer (Marcel Duchamps, Spoerri), die offenen (Nevelson) oder vorne verglasten Boxen (Cornell, Brecht) und die mit Deckeln verschließbaren Kästen (Stenvert). In ihnen findet man Materialanhäufungen, Gebrauchsgegenstände, Sammlungen und Ansammlungen fixiert und unfixiert, Dauerhaftes und Verderbliches.

Weil die Boxen oft stabil aussehen, wird der Inhalt gerade deswegen in vielen Fällen sorglos behandelt und durch Stöße oder hartes Aufsetzen beschädigt. Transporte sind hier das größte Problem. Meistens werden die Boxen von aussen sorgfältig mit Folien und Schaumstoff verpackt. Um den scheinbar festen Inhalt macht man sich kaum Gedanken. Als Folge davon poltern die durch Stöße, oder durch auf-den Kopf-stellen der Box gelöste Teile im Innern herum und richten katastrophale Zerstörungen an. Grundsätzlich sollte man dafür Sorge tragen, daß die Gehäuse und deren Inhalt getrennt verpackt und transportiert werden.

BILDER

Bei den Gemälden überwiegen im Gegensatz zu den Bildobjekten die technischen Probleme, die besonders schwierig zu behandeln sind. Sie stellen den Konservator vor komplizierte Aufgaben, deren Lösung vorrangig betrieben werden sollte.

Auch bei den Gemälden werden Tendenzen der Destruktion, der Formauflösung und Verwischung der bisherigen Gattungen sichtbar. Neue Materialien und Techniken, in vielfacher Mischung mit herkömmlichen, treten auf.

Der Beginn dieser Entwicklung liegt in den 5oer Jahren, also beim Action Painting Nordamerikas und der Ecole de Paris Europas. Vor allem die Technik des Farbdripping (Pollock), das eine Bemalung der liegenden Leinwand mit auftropfender, gespritzter oder aus dem Pinsel laufender Farbe von allen Seiten ermöglicht, ist mit einer spontanen Decollageaktion zu vergleichen. Der Malprozess wird zum wichtigsten Teil künstlerischer Realisation erhoben, in Fortführung der Ideen Marcel Duchamps.

Für Europa ist Mathieu anzuführen, der direkt aus der Tube in körperlicher Aktion Farben auf die Leinwand drückt, spritzt oder wirft.

Die Bilder der Drippingtechnik bestehen meistens aus dicken Malschichten, oft werden Farben, Lacke und Bronzen des Anstreicherbedarfs verwendet. Das kann natürlich zu Lockerungen, Abblätterungen und Schwundrissen führen, die in bekannter Art konservatorische behandelt werden können.

Die aus den Tuben direkt auf die Leinwand ausgedrückten Farbwülste schwinden beim Durchtrocknen, reissen und fallen leicht ab. Sie kann man durch Imitationen aus anderem Material ersetzen. Bei dikken Farbhaufen sammelt sich das Öl manchmal unter der sich bildenden Haut und läuft eines Tages streifenförmig und meist störend herunter. Hier ist vorbeugend einzugreifen.

Von anderen Künstlern wurde versucht, erst haltbare Materialstrukturen auf einen Bildträger aufzumodellieren und diese dann an-

schliessend zu bemalen. Z.B. wurden, um pastose Gründe zu erzeugen, Kreide mit Pigment und Aceton angerührt, Öl und Wasser dazugegeben. Emulgiert im Starmix kann die Masse auf dem liegenden Bildträger modelliert werden. Die Haltbarkeit ist gut (Luther). In ähnlicher Weise strukturierte Yves Klein mit Rolle und Pigment, Harz und flüchtigem Bindemittel seine Bilder. Später gab es formbare Massen wie Kaparol-Putzfüller, die man zu solchen Zwecken verwenden konnte (Cachetage von Werner Schreib).

Dem Dripping verwandte Techniken sind das Abdrücken von in Farbe getauchten Körpern (Anthropometrien Yves Kleins) oder das Stempeln mit eingefärbten Gegenständen (Allures d'objets von Arman) auf Bildträger, meist Papier, aufgezogen auf Leinwand. Oft wird die Farbrolle benutzt (Yves Klein, Noland), die Spachtel (Albers), das Knicken (Froissage von Manzoni, Hundertwasser) oder das Zusammenfalten von noch feuchter bemalter Leinwand (Peter Young) bringt den Dripping ähnliche Strukturen.

Aus dem Dripping entwickelt Morris Louis seine Technik des Ausgiessens von Farbe in getrennten oder ineinanderverlaufenden Bahnen auf ungrundierter Leinwand.

Gerade die Verwendung von ungrundierter Leinwand ist charakteristisch für viele Bilder der Maler der Kunst der Gegenwart. Mit der Retouche der vollgesogenen und unterschiedlichen glänzenden Farbflächen (Morris Louis, Noland) kann man noch zu Ergebnissen kommen. Aber ein Riß in der Leinwand dürfte, vor allem in den ungrundierten Partien, sehr schwierig und mehr eine Aufgabe für Textilrestauratoren sein. Liegt der Riß in bemalten Flächen, so stellt sich als ein weiteres kompliziertes Problem heraus, die Fehlstellen so im Leinwandcharakter zu kitten, daß im Streiflicht die Störung nicht zu groß ist. Neben allen Versuchen des Einmodellierens oder Imitierens mit aufgesetzem Material sollte man Prägestempel für die Struktur an anderer Stelle des Bildes abnehmen und auf der Schadensstelle verwenden.

Diese wären auch nützlich bei einer Malerei, die auf grundierter Leinwand nur einige Partien bemalt (Twombly, Arakawa). Ist diese meist dünne und das Leinwandkorn erkennbar lassende Grundierung verletzt, so ist ein Kitten oder Beigrundieren mit befriedigend

imitierten Leinwandkorn eine heikle Aufgabe. Meistens wirkt eine Auskittung nicht wie Grundierung, sondern wie ein weiterer Farbauftrag des Künstlers.

Aber auch eine Technik des Altertums, die Enkaustik, wird von Künstlern, vor allem von Jasper Johns, wiederbelebt. Er verwendet sie zur dauerhaften Herstellung von Oberflächen, die wie eine Mischung von Dripping und Decollage aussehen unter Verwendung von Wachsen, Harzen, Pigmenten und Zeitungspapier. Die an sich sehr beständige Wachsfarbe ist empfindlich gegen Druck, vor allem von der Rückseite des Bildes her. Sie springt dann leicht und brökelt ab. Man kann sie mit Wärme, aber auch mit Harzen und Lacken festlegen. Verlorene Stücke muß man entsprechend ergänzen, was bei diesem Material nicht sehr schwierig ist. Komplizierter sind die plastisch geronnenen und gelaufenden Strukturen. Hier muß man mit Plastilin später mit Wachs auszugiessende Formen auf dem Bilde modellieren oder verlorene Teile vorfertigen und einsetzen.

Sehr viele der nach dem Action Painting entwickelten neuen Materialien und Anwendungsformen sind anderen Bereichen, z.B. der Drucktechnik und der Dekorationsmalerei entnommen. Deutlich wird dies bei Siebdrucken auf Leinwand der Pop Art (Warhol, Rauschenberg) und den Spritztechniken des Reproduktions-Realismus (Kanovitz, Chuck Close) mit Spraybüchse oder Pressluft und Spritzpistole. Dazu gehören vielerlei Abklebe- und Abdecktechniken (Rosenquist).

Siebdruckbilder haben, vor allem auf weißen Gründen, eine solche Leuchtkraft, daß man mit den gebräuchlichen Retouchiermethoden oft nur schmutzig wirkende Retouchen erzielt. Man muß entweder sehr geschickt das Weiß entsprechender Auskittung nutzen oder versuchen mit Siebdruckfarben zu retouchieren oder zu überdrucken. In vielen Fällen stimmt das Pigment nicht ganz. Manchmal ist es möglich, mit Acrylicfarben ~~zu arbeiten~~ und mit entsprechender Polymer Emulsion zu arbeiten. Grundsätzlich sind hier aber sachgemäße Methoden erst zu ~~erarbeiten. entwickeln~~ finden.

Die Technik des Spritzens ist heute sehr entwickelt. Während man in der Pop Art meistens gespritzte Flächen ~~findet~~ hat, die mit den gebräuchlichen Spritzeinrichtungen für Firnis und Lacke restau-

riert und überarbeitet werden können, verlangt die Spritztechnik der Reproduktions-Realisten und der Maler der lyrischen Abstraktion (Stafford) eine besonders aufwendige Preßluftanlage mit einer Vielzahl verschiedener Pistolen und Düsen ("spray gun", "air brush").

Natürlich kommen alle diese Techniken und Materialien einzeln oder vielfältig gemischt vor, ebenso auf verschiedenartigen Bildträgern, von Leinwand, Pappe über alle Kunststoffe bis zu bemalten Plastikfolien (Rosenquist).

Mit als Folge dieser flächenfüllenden Malerei vergrößern sich die Bildformate sehr oder dehnen sich unregelmäßig aus ("shaped canvas"). Auch die Aktion des Malvorgangs mit ausfahrenden Bewegungen sprengt das zu kleine Bildformat und bewirkt, daß erst die auf dem Boden liegende oder an die Wand geheftete Leinwand bemalt wird. Danach bestimmt der Künstler das endgültige Format. Es wird ausgeschnitten und aufgespannt.

Neben dieser großen Gruppe von Bildern der prozessuralen Abstraktion des Malvorgangs und der Pop Art steht die an Zahl nicht nachstehende des Hard-Edge und der Op Art.

Alle diese Künstler arbeiten mit monochromen Farbflächen und konzentrieren sich ganz auf das Phänomen Farbe als Ausdruckskraft. Newman Reinhart, Noland, Stella, gehören hierher, aber in unserer mehr auf das Technische ausgerichteten Betrachtung auch Kelly, Rothko, Vasarely, Fruhtrunk und andere Maler, die mit klar definierten Flächenstaffelungen arbeiten.

Im Frühwerk mit Ölfarben beginnend sind fast alle diese Künstler in späteren Jahren zur Malerei mit Kunstharzdispersionen übergegangen. Oft mit der Farbrolle werden auch hier übergroße Formate auf die am Boden liegende Leinwand gemalt, mit späterem Zuschnitt und nachfolgendem Aufspannen.

Die Bilder werden in Nordamerika auf dort hergestellte sehr gute Keilrahmen aufgezogen, die man mit metallenen Spannvorrichtungen tadellos strecken kann. Leider erhält man diese guten Keilrahmen meines Wissens in Europa nicht. Das ist, wie auch das Fehlen fester

Leinwand in Größen über 2,5o m Breite, ein ausgesprochener Engpaß der Restauratoren und Künstler oft in größte Verlegenheit bringt.

Bei Überformaten (Stella, Cote) sind die Keilrahmen oft in der Mitte getrennt, mit Eisenlaschen verschraubt oder mit Scharnieren zum Klappen eingerichtet. Immer häufiger sieht man, daß sehr große Bilder nur in der Mitte der Längsseiten ein kurzes Stück abgespannt werden. Dann werden die Keilrahmenhälften hochgeklappt und mit Streben seitlich verbunden. Eine Papprolle wird in die durchhängende Leinwand eingelegt, um sie zu straffen. Trotz dieses waghalsigen Verfahrens haben viele Bilder einen solchen Transport überstanden. Besser ist auf jeden Fall das Abspannen und Aufrollen auf eine Rolle mit ausreichendem Querschnitt.

Bei den Bildern der Hard Edge und der Op Art kommt hinzu, daß viele dieser Bilder keine spätere Rahmung vertragen, weil ihre Seitenkanten ebenfalls bemalt sind und zum Gemälde gehören. Sie werden deshalb über besonders starke Keilrahmen gezogen und ihre Leinwand wird auf der Rückseite derselben angeheftet. Es ist klar, daß diese bemalten (Indiana, Rothko) oder grundierten (Arakawa) Seitenflächen beim Aufsetzen der Bilder auf dem Boden oder beim Ziehen stark verschmutzen und abschürfen. Auch das Nageln oder Hineinschrauben von Ringschrauben ist unzulässig und führt zu Löchern, deren Restaurierung nachher sehr umständlich ist.

Zum Thema der Leinwandbilder gehört die oft starke Faltenbildung, vor allem in den Ecken, die nach vorsichtigem Ankeilen oder besserem Nachspannen mit der Hand gerne wieder auftritt. Neue Leinwand ist bekanntlich sehr hygroskopisch und verändert sich bei wechselnder relativer Luftfeuchtigkeit so stark, daß das ganze Bild sich verzieht. Dies tritt bei den Bildern auf ungrundierter Leinwand selten auf, weil das Gewebe in sich nachgibt. Bei den nur partiell auf grundierter Leinwand gemalten (Twombly) ist die Faltenbildung am stärksten, denn hier ist das Gewebe durch die Grundiermasse nicht mehr flexibel. Hinzu kommt, daß diese Bilder im Gegensatz zu ähnlichen Formaten des 19. Jahrhunderts, heute keine stabilen Zierrahmen mehr haben, die einen festen Halt geben.

Für die genannten Techniken sind neben den herkömmlichen Öl- und Temperafarben neue Materialien entwickelt worden.

Vor allem die Kunstharzdispersionsfarben beherrschen das Feld. 1946 brachte die ~~nordmaer~~ nordamerikanische Firma Bocour die "MAGNA" Acrylharzfarben heraus, die Californic Products Comp. folgte im selben Jahr mit "NEW MASTERS", eine copolymer Emulsion verwendend. 1955 gab es dann von einer weiteren Firma "Liquitex" und ab 1962 die "AQUA-TEC" Acrylharzfarbe von Bocour. Zahlreiche ähnliche Fabrikate anderer Firmen erschienen, in Deutschland "~~Lu~~ "LUKASCRYL" der Firma Dr. F. Schoenfeld & Co. sowie "PRIM-ACRYL" von H. Schmincke & Co.

Diese Acrylfarben erhält man in Plastikflaschen oder in Tuben. Durch zufügen von bestimmten Malmitteln kann man den Glanz stark reduzieren oder steigern, die Malfarben flüssiger oder pastoser zum Spachteln machen. Auch der Trockenprozess kann verzögert werden. Als Firnis ist eine klartrocknende Polymer-Lösung mit Seidenglanz erhältlich. Lukascryl und Primacryl haben Firnisse zum Aufstreichen oder zum Sprühen (Dose), die Benzinlöslich sind. Ein Vorteil für eine evtl. spätere Abnahme, was bei Firnissen auf Acryl-Dispersionsbasis kaum möglich ist. Einige Firmen, die Acrylfarben herstellen, bieten ein Reinigungsmittel "Acrylcleaner" an.

Da manchen Künstlern diese Farben, da sie größere Mengen für die Arbe an den Überformaten brauchen, zu teuer sind, nehmen sie die sehr vie billigeren Abtönfarben des Anstreicherbedarfs. In Deutschland z.B. Herbol Vollton- und Abtönfarbe für Herbol-Anstrichdispersionen (Pete Young), Aussen-Herbol-Wandfarbe, Glemadour Latexfarbe, Schultafelfarbe, usw.

Manche Künstler bereiten sich ihre Farben selber mit Acryl oder Vinyl. Hostaperm von Hoechst, Pigmentlose Farbe, Grundstoff für Dispersionsfarben höchster Qualität, wird genannt. Acryl soll nicht gil ben und ist nach der Trocknung noch wasserdurchlässig. Vinyl trockne länger, dichtet aber total ab. Bei größeren Bildern kann man Acryl und Vinyl mischen, damit die Farbe nicht zu lange trocknet (Fruhtrun

In den 60er Jahren tauchten auf den Bildern immer mehr Emaillelacke des Anstreicherbedarfs auf oder klare Lacke und Bootslacke, in die Pigment eingerührt wurde (Uecker). Aber auch Bootslack mit Künstlerölfarbe vermischt kommt vor (Ursula Schultze).

Die Haltbarkeit der Fluoreszentfarben bleibt abzuwarten. Es ist jed jetzt schon zu sehen, daß bei einigen Farben die Leuchtkraft nach-

läßt oder verschwindet. Zurück bleibt ein sehr kalter Ton, der von manchem Künstler, vor allem bei Weiß, geschätzt wird und in der Kälte des Tons nicht leicht zu restaurieren ist.

Konservatorisch sind vor allem die Gemälde von Hard Edge und Op Art wegen ihrer empfindlichen monochromen Farbflächen äußerst kompliziert. Da sie besonders problematisch sind, sollen sie stellvertretend für die bisher genannten Bildarten in Retouche, Reinigung und anderen Problemen besprochen werden. Wer je vor der Aufgabe stand, Fingerflecke, sonstige Verschmutzungen, Fliegendreck, Fettflecke, Glanzbereibungen, vertiefte Kratzer oder Kugelschreiberkritzeleien von einem matten, monochromen Bild (Yves Klein, Fontana, Vasarely) abnehmen oder retouchieren zu müssen, weiß, wie oft solche Probleme nur bedingt lösbar sind.

Dennoch müssen Ergebnisse versucht werden. Dabei ist dringend anzuraten, auf der Schadensstelle zu bleiben. Schon das Aufstützen mit dem Finger kann zu neuen Verdunklungen und Glanzstellen führen. Monochrome, meist blaue Bilder von Yves Klein, auch seine Schwämme, kann man meistens mit Aceton befriedigend regenerieren. Man sollte das erst partiell und dann, wenn nötig, das ganze Bild abtupfen praktizieren und erst als letzte Möglichkeit zum Regenerieren des ~~letzten~~ ganzen Bildes im Kasten kommen. Die Malschicht weicht dann auf. Es sind Versuche gemacht worden, im aufgeweichten Zustand das Bild mit einer Rolle zu übergehen. Man behebt damit natürlich viele Schäden, aber es leidet auch das Farbrelief. Retouchen sind nur möglich, wenn man im Ton genau dasselbe Pigment mit Harz und Aceton aufträgt. Die Mischung muß so sein, daß die Farbe nicht zu spröde wird und springt.

Die matten Ölfarbenbilder, z.B. von Rothko, sind so nicht zu regenerieren. Von ihnen kann man meistens nur den Oberflächenschmutz abnehmen, Glanzstellen und matte Stellen ausgleichen und Fehlstellen mit einer entsprechend mageren Farbe retouchieren. Je nach Oberfläche steht hier, wie für die meisten Bilder, eine Skala zur Verfügung, die von Aquarell und Tempera über abgemagerte oder noch zusätzlich mit Pigmenten versetzte Ölfarbe, von selbsthergestellter Pigment/Harzfarbe mit flüchtigem Bindemittel bis zu geschabtem und vermaltem Pastell reicht.

Zusätzliche Variationsmöglichkeiten für das Erzielen im Oberflächenglanz stimmender Retouchen bietet die Herstellung eines entsprechenden Kittes. Überhaupt ist das Verhältnis von Retouchierfarbe und Kitt entscheidend.

Gerade bei monochromen Gemälden gibt es Fälle, wo die Oberflächen so mitgenommen sind, daß eine partielle Ausbesserung nicht mehr möglich ist. Dann steht man vor der Frage, ob man die ganze Fläche übermalen darf oder soll. Bei Mondrian geht das auf keinen Fall. Fontana hat angeblich sehr großzügig gedacht und selber Übermalungen vorgenommen, da er auf subjektive Peinture weitgehend verzichtete.

Aus der Tatsache, daß immer mehr mechanisierte Herstellungsverfahren gewählt werden (vom Siebdruck zum Multiple) geht hervor, daß viele Künstler auf den gewohnten Begriff von Originalität keinen besonderen Wert mehr legen. Oft ist es ihnen gleich, ob sie die Arbeit selber ausführen oder durch Gehilfen erledigen lassen (Vasarely, Dubuffet). Und wenn sie eine Technik wählen, die Subjektives ausschließt, aber empfindliche Oberflächen erzeugt bei gleichzeitiger leichter Wiederholbarkeit, so darf wohl überlegt werden, ob in Fällen extremer Beschädigung der Weg der zweiten Fassung nicht gegangen werden darf. Von Willi Baumeister gibt es Bilder, die Anweisungen von seiner Hand für eine spätere Übermalung der empfindlichen schwarzen Flächen auf der Rückseite tragen. Man kann sich leicht auf den Standpunkt stellen, daß der Konservator verpflichtet ist, anders zu denken.
Bei diesen Fragen wird oft Meinung gegen Meinung stehen, letzte Auskunft ist nur vom Künstler oder seinem Werk zu erhalten. Auch der Eigentümer kann andere Ansichten haben, desgleichen ein Händler. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß meistens selbst eine schlechte Übermalung durch den Künstler als Original gilt, die fachgerecht durch einen Restaurator aber als fremde Zutat und sehr wertmindernd, vor allem im Handel und bei Versicherungen.

Neben dem Siebdruckbild gehören die mit Kunstharz-Dispersionsfarben gemalten Bilder zu den besonderen Sorgenkindern. ~~Sie haben eine solche~~ Ihre Leuchtkraft, ~~die~~ ist als Retouche schwer zu bringen ~~ist~~. Lasuren mit Acryl oder anderen Farben auf möglichst weißen Kittstellen sind oft die einzige Möglichkeit. Die vielfältig fabrizierten Malmittel für die verschiedensten Zwecke sind auszunutzen. Über die Alterungsprozesse ist recht wenig bekannt.

Das Beheben von matten Stellen ist oft leichter als das Wegbringen von Glanz. Glanzstellen sind überhaupt, besonders bei dunklen und matten Bildern (Ad Reinhardt) ein bisher kaum lösbares Problem. Hier ist ein weites Arbeitsgebiet, das dringend der Lösung bedarf.

Gewisse Erfolge kann man bei Acrylbildern mit matten oder glänzenden Stellen haben, wenn man sie mit einer Infrarotlampe bestrahlt. Man muß das ganze Bild, das dann allgemein frischer wird, mit der Lampe langsam abgehen (Fruhtrunk). Auch der Versuch, das ganze Bild oder die betreffende Farbfläche feucht abzuwischen und vorsichtig nachzupolieren, kann zum Erfolg führen. Vorsicht ist geboten, da nicht alle Farben feuchtigkeitsbeständig sind.

Weiterhin ist es schwer, Leucht- und Fluoreszentfarben zu retouchieren, vor allem, wenn es sich um Kasein Emulsionsfarben (Raysse) handelt. Sie tragen dick auf und sind schwer auf ausgeblichene Töne hin zu mischen.

Druckstellen und Beulen sind meist mit Feuchtigkeit und Erwärmung zu beheben. Dennoch ist größte Vorsicht mit Wasser geboten. Manche Malschichten quellen auf und bleiben auch nach dem Auftrocknen als häßliche Inseln oder verfärbt stehen. Es können sich auch sternförmige Querfalten ergeben, matte oder glänzende Stellen und anderes mehr.

Ein besonderes Kapitel stellen bei der Konservierung der Gegenwartskunst die Verschmutzungsprobleme dar. Sehr viele Gemälde haben, wiederum als Folge der fehlenden Zierrahmen, umlaufend an den Rändern, Fingerflecke. Gefördert werden diese Ungeschicklichkeiten durch die Übergröße der Formate. Aber auch Oberflächenschmutz, wie Öl und Fettflecke, ist zu beheben, Verschmutzungen durch unsauberes Packmaterial und aufliegende Gurte, von anderen Bildern übertragene Farben, ausserdem Verschmierungen und Bekritzelungen durch das Publikum, Kaugummi und anderes kommen vor.

Bei den mit Ölfarben oder in konventionellen Techniken gemalten Bildern hat man noch die ~~meisten~~ besten Erfahrungen, wenn es sich nicht um matte und monochrome Bilder handelt, mit trockenen oder flüssigen Reinigungsmitteln gemacht. Vor allem bei den monochromen Bildern ist man gezwungen, meistens die ganze Fläche zu behandeln, da die Reinigung

im allgemeinen deutlich zeigt, daß das ganze Bild mit einer Schicht des normalen Oberflächenschmutzes bedeckt ist und entsprechende Unterschiede nun sichtbar geworden sind.

Kritzeleien mit Kugelschreiber oder Filzstiften sind, vor allem natürlich bei den einfarbigen Flächen äußerst keikel in der Beseitigung. Selbst wenn man mit dem Skalpell oder vorhandenen Lösungsmittel für Tinten und Druckerfarben die Farben lösend herausbringen kann, bleiben meist vertiefte Kratzspuren zurück, die man selten perfekt wehbringen kann.

Verfettungen kann man herauszubringen versuchen mit aufgebrachtem pulverförmigen Material oder aufnahmefähigen Papieren und Wärme, die das Herauslösen nach und nach unterstützt. Auch ein Herausdämpfen saugen mit Lösungsmitteldämpfen und Vakuum ist denkbar.

Ein spezielles Problem ganzflächiger Reinigung werden eines Tages die nur teilweise bemalten ungrundierten Leinwände (Morris Louis) darstellen. Eine sichere Lösung dieses und mancher anderer Probleme aus dem Bereich der Verschmutzung sollte bald erarbeitet werden.

Wolfgang Hahn
Oktober 1972